# DE RESIDUO A RECURSO
## HACIA UNA EVACUACIÓN DE AGUAS MÁS SOSTENIBLE

*por*

JORGE GALLEGO SÁNCHEZ-TORIJA



**CUADERNOS**
**DEL INSTITUTO**
**JUAN DE HERRERA**
**DE LA *ESCUELA DE***
***ARQUITECTURA***
***DE MADRID***

**2-92-01**

# DE RESIDUO A RECURSO
## HACIA UNA EVACUACIÓN DE AGUAS MÁS SOSTENIBLE

*por*

JORGE GALLEGO SÁNCHEZ-TORIJA

**CUADERNOS**
**DEL INSTITUTO**
**JUAN DE HERRERA**
**DE LA *ESCUELA DE***
***ARQUITECTURA***
***DE MADRID***

**2-92-01**

C U A D E R N O S
D E L  I N S T I T U T O
J U A N  D E  H E R R E R A

**NUMERACIÓN**

2 Área
92 Autor
01 Ordinal de cuaderno (del autor)

**TEMAS**

1 ESTRUCTURAS
2 CONSTRUCCIÓN
3 FÍSICA Y MATEMÁTICAS
4 TEORÍA
5 GEOMETRÍA Y DIBUJO
6 PROYECTOS
7 URBANISMO
8 RESTAURACIÓN
0 VARIOS

***De residuo a recurso. Hacia una evacuación de aguas más sostenible.***

Instituto Juan de Herrera
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid
Gestión y portada: Alba Peña Fernández
CUADERNO 441.01 / 2-92-01
ISBN-13: 978-84-9728-523-0
Depósito Legal: M-15849-2015

# ÍNDICE

# 1. DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN

## 1.1. OBJETO DE LA INSTALACIÓN

La instalación de evacuación de aguas tiene como finalidad recoger las aguas que concurren en la parte edificada y en la parte libre de edificación de un solar, tanto las provenientes de las precipitaciones como las aguas usadas, para proceder, tras los oportunos tratamientos, a su aprovechamiento y/o reincorporación al medio natural.

## 1.2. ALCANCE

El alcance de la instalación de evacuación de aguas de la presente publicación se limita a lo que sucede en el interior de los solares edificados. Se trata, por tanto, de limitar el alcance al contenido de un proyecto arquitectónico de una edificación.

Se excluye la recogida de aguas en solares sin edificar y en viales públicos, el transporte del agua recogida en los solares hasta los lugares donde se realiza su tratamiento fuera de los mismos y las infraestructuras específicas para dicho tratamiento. Así quedan excluidas las redes urbanas de alcantarillado que se describen en los proyectos de urbanización y los proyectos específicos de estaciones depuradoras.

## 1.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

La evacuación de las aguas recogidas en los edificios y sus terrenos aledaños conlleva las siguientes exigencias:

- La sostenibilidad en la gestión de las aguas recogidas considerándolas como recursos en lugar de como residuos.
- La evacuación de dichas aguas de la manera más lógica, rápida, directa y sencilla posible.
- El impedimento de la entrada de los malos olores contenidos en la instalación al interior de los espacios habitados.
- La accesibilidad de la instalación, tanto por el exterior de la misma cuando esto sea posible como por el interior, para permitir su mantenimiento y reparación.

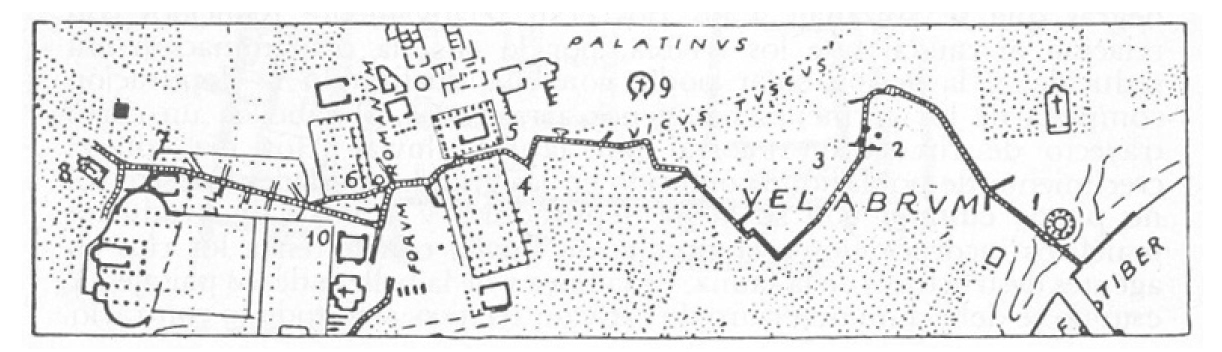



Figura 1. Plano de la cloaca máxima en Roma. Fuente: http://romantigua.webnode.es

# 2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

## 2.1. CONFIGURACIÓN DE LOS SISTEMAS

### 2.1.1. Introducción

Para la determinación de la configuración de los sistemas de evacuación de aguas resulta necesario diferenciar los tipos de aguas que gestiona la instalación, las distintas posibilidades con las que puede finalizar el proceso y las distintas configuraciones que puede presentar la red urbana de recogida de aguas.

Las aguas recogidas por la instalación de evacuación pueden ser de tres tipos:

- Aguas negras o fecales: son las aguas usadas procedentes de inodoros, urinarios, fregaderos, bidés, lavaderos, vertederos, sumideros, lavadoras, lavavajillas, procesos industriales, etc. Presentan un elevado número de agentes patógenos, orina y/o restos fecales.
- Aguas grises: son las aguas usadas procedentes de bañeras, duchas y lavabos. Presentan junto con los restos orgánicos y microbiológicos generados en la higiene personal, pequeñas cantidades de jabones, champús, dentífricos, cremas de afeitar, detergentes, pelos, aceites corporales, cosméticos, restos de arena y suciedad.
- Aguas pluviales: son las aguas procedentes de las precipitaciones atmosféricas. Se trata de aguas blandas que presentan un bajo contenido en minerales.

El proceso seguido por la instalación de evacuación de aguas puede finalizar de tres maneras diferentes:

- Tratamiento de las aguas recogidas para su aprovechamiento o reutilización.
- Vertido de las aguas recogidas a la red urbana de alcantarillado para su gestión por parte de la organización responsable de la misma.
- Tratamiento de las aguas recogidas para su reincorporación al medio natural.

Por último la red urbana de alcantarillado, en caso de que exista, puede presentar dos configuraciones:

- Separativa: presenta dos conducciones separadas, una para la gestión de las aguas pluviales y otra para la gestión de las aguas usadas tanto grises como negras.
- Unitaria: presenta una única conducción para la gestión de la mezcla de las aguas pluviales y las aguas usadas tanto grises como negras.

### 2.1.2. Aprovechamiento de las aguas de lluvia y de las aguas grises

En la segunda década del siglo XXI, nos encontramos con un escenario de fuerte estrés hídrico. Captamos para nuestro uso más de un tercio del agua renovable disponible. La intensidad de utilización de los recursos de agua

dulce en España es el triple de la media de los países de la OCDE, lo que supone un descenso considerable de las cuencas hidrográficas (Creus, 2011).

Ante esta situación resulta imprescindible dejar de entender las aguas recogidas en los edificios como residuos y considerarlas como recurso susceptible de aprovechamiento. No parece razonable emplear agua apta para el consumo humano para usos en los que no es imprescindible que posea dicha calidad. Las aguas grises convenientemente tratadas y las aguas de lluvia se pueden utilizar en cisternas de inodoros, baldeo de urinarios, vertederos, tomas de agua específicas para limpieza, lavado de ropa (es necesario el empleo de lavadoras diseñadas para operar con aguas reutilizadas que pueden ser más ácidas o presentar partículas) y riego.

Para diseñar la instalación de evacuación de aguas primero hay que cuantificar la demanda de agua que precisa el edificio para los distintos usos que no necesitan que sea apta para el consumo humano y cuantificar la capacidad de producción de aguas grises y de recogida de aguas pluviales. Con dichos valores se puede establecer qué aguas se van a aprovechar y a qué usos se van a destinar.

Dicha decisión condiciona la necesidad de realizar una recogida de aguas separando sus distintas procedencias:

- En el caso de aprovechar las aguas grises y las aguas pluviales será necesario una red para la recogida de aguas negras, otra para las aguas grises y otra para las aguas pluviales.
- Si no se utilizan las aguas grises, todas las aguas usadas, tanto las negras como las grises, pueden recogerse en una única red.
- Si no se van a reutilizar las aguas pluviales no resulta necesario recogerlas de forma separada de las aguas usadas.

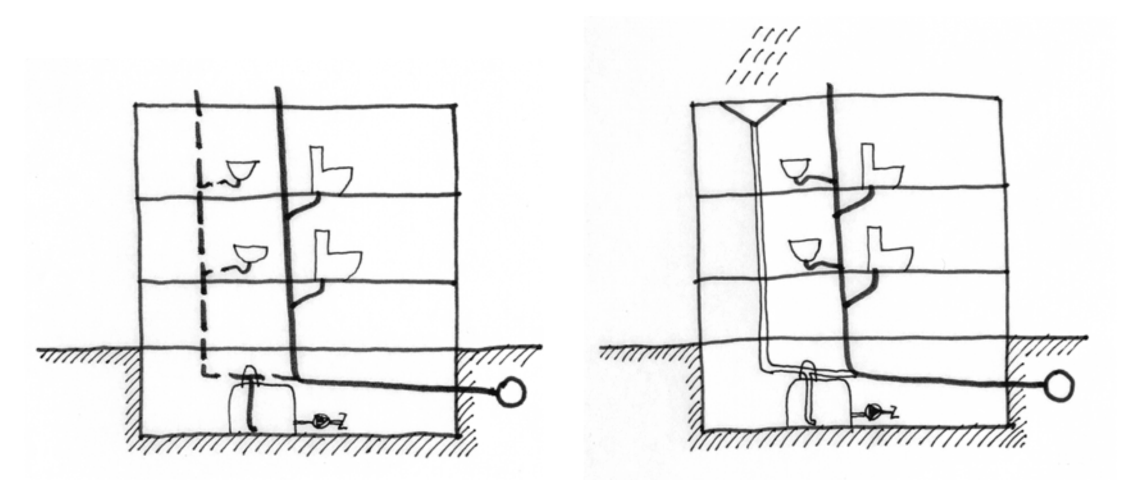


Figura 2. Esquema de un sistema de reutilización de aguas grises y de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales. Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.3. Sistemas de evacuación de aguas

La vigente versión del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE, en su versión del año 2.009) permite el empleo de un sistema mixto o de un sistema separativo. No contempla el empleo de un sistema unitario.

El **sistema unitario** consiste en que tanto las bajantes como la red horizontal de evacuación admiten que discurran aguas usadas y aguas pluviales por su interior.

El **sistema separativo** consiste en disponer bajantes y redes horizontales independientes para aguas usadas y para aguas pluviales. Permite el aprovechamiento del agua de lluvia.

El **sistema mixto** consiste en disponer bajantes independientes para aguas usadas y para aguas pluviales mientras que la red horizontal es única y comparte ambos tipos de vertidos. No permite el aprovechamiento del agua de lluvia.

Cuando se reutilizan las aguas grises resulta necesario disponer una tercera red que separe la recogida de aguas usadas según las distintas necesidades de tratamiento que precisan. Se propone para dicha situación la denominación de **sistema sostenible**. Consiste en disponer bajantes y redes horizontales independientes para aguas negras, para aguas grises y para aguas pluviales.

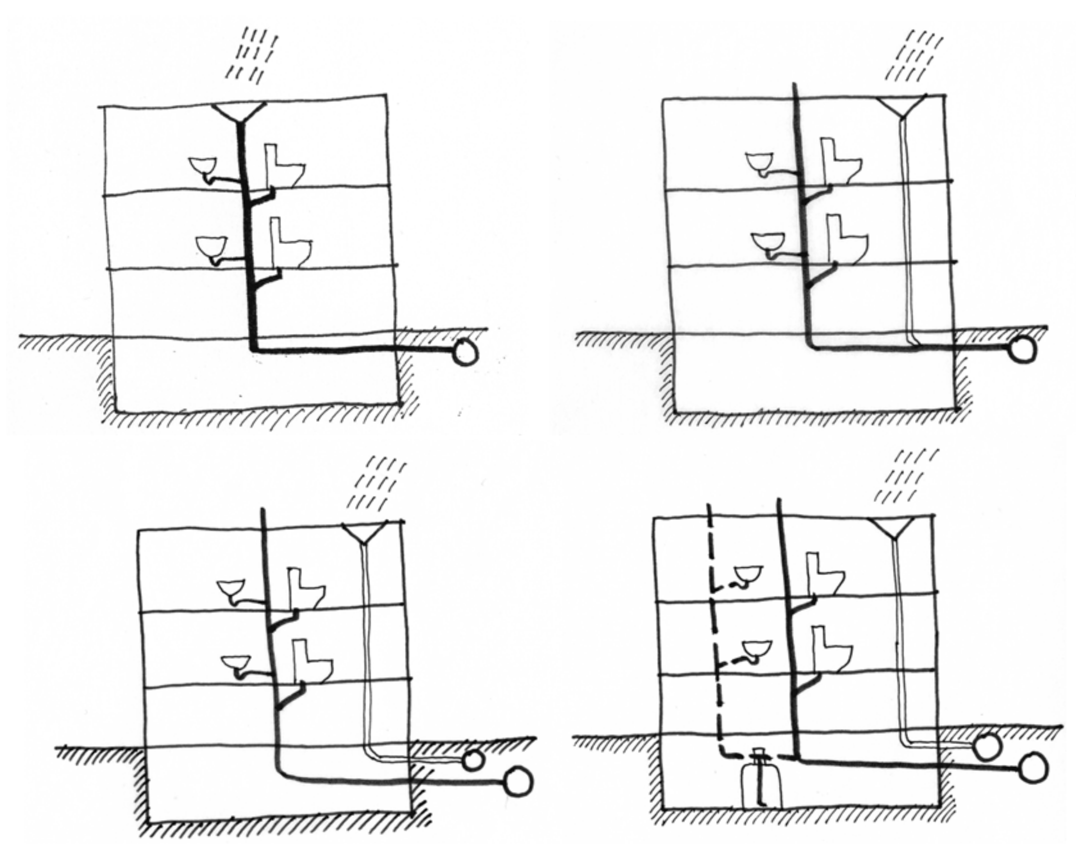


Figura 3. Esquema de un sistema unitario, sistema mixto, sistema separativo y sistema sostenible. Fuente: Elaboración propia.

El sistema de evacuación de aguas se configura en función de la disponibilidad o no de una red urbana de alcantarillado:

a) Si el edificio se encuentra en un lugar donde no existe red urbana de alcantarillado se utilizará un sistema separativo o un sistema sostenible en función de si se reutilizan las aguas grises o no.

b) Si el edificio se encuentra en un lugar donde existe red urbana de alcantarillado el sistema de evacuación de aguas presenta dos alternativas:

- La red urbana es separativa. En este caso la instalación de evacuación de aguas se configura como un sistema separativo o un sistema sostenible en función de si se reutilizan las aguas grises o no.
- La red urbana es unitaria. En este caso la instalación de evacuación de aguas se puede configurar como un sistema mixto o como un sistema separativo. El sistema mixto no sirve para el aprovechamiento de las aguas pluviales.

| **REUTILIZACIÓN AGUAS GRISES** | **RED URBANA DE ALCANTARILLADO** | | |
|---|---|---|---|
| | **INEXISTENTE** | **SEPARATIVA** | **UNITARIA** |
| **NO** | Sistema separativo | | Sistema separativo o Sistema mixto |
| **SÍ** | Sistema sostenible | | |

Tabla 1. Selección del sistema de la instalación de evacuación de aguas en función de la red urbana de alcantarillado y de la reutilización de aguas grises. Fuente: Elaboración propia.

Aunque la normativa actual lo permita se desaconseja el uso del sistema mixto debido a que en el caso de que la red urbana pase de ser unitaria a ser separativa en el futuro, el sistema separativo en el edificio estaría preparado para afrontar el cambio a nivel urbano sin tener que realizar prácticamente modificaciones en la instalación.

### 2.1.4. Sistema de recogida de aguas pluviales a tubería llena

El sistema convencional de recogida de aguas pluviales funciona por efecto de la gravedad. A través de las conducciones discurre el agua junto con aire.

El sistema de recogida de aguas pluviales a tubería llena funciona por un fenómeno físico denominado sifón. Dicho fenómeno consiste en un tubo lleno de líquido, curvado en forma de "U" invertida con las ramas desiguales, en el que se produce un movimiento de agua a causa de la diferencia del peso del líquido que ocupa ambas ramas. De esta forma el agua contenida en la cubierta, una vez que la precipitación es mayor que la capacidad de evacuación del sumidero, es succionada por el tubo dado que el pie de bajante se encuentra por debajo de la cubierta y el peso de la columna líquida en dicho punto es mayor que en el sumidero.

Cuando empieza la precipitación el sistema funciona por gravedad hasta que la cantidad de agua recogida supera la capacidad de evacuación del sistema. A partir de dicho momento, gracias al diseño específico de los sumideros que evita la entrada masiva de aire a las bajantes, el sistema entra en carga. Se produce el llenado de las tuberías y comienza a producirse el movimiento del agua impulsada por el efecto sifón.

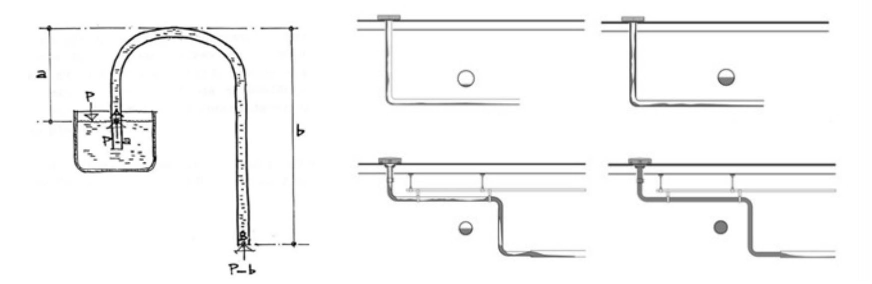


Figura 4. Esquema explicativo del fenómeno físico denominado sifón. Fuente: ROCA, 2009. Esquema explicativo de la entrada en carga del sistema de recogida de aguas pluviales a tubería llena. Fuente: Geberit.

El sistema cuenta con las siguientes ventajas en comparación con un sistema convencional:

- Reducción del número de sumideros debido a su mayor capacidad de evacuación, dado que las aguas discurren a mayor velocidad al moverse por el efecto sifón frente al movimiento producido por efecto de la gravedad.
- Reducción del número de bajantes y utilización de diámetros más pequeños frente al sistema convencional para favorecer la entrada en carga del sistema que se produce cuando se llenan las bajantes.
- Los colectores de la red horizontal no tienen pendiente. No la necesitan debido a que no funcionan por gravedad. De esta manera se consigue una disminución del espacio libre necesario para alojar dichos colectores.

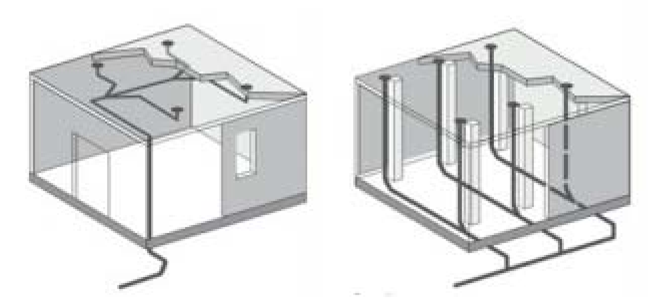


Figura 5. Esquema del sistema de recogida de aguas pluviales a tubería llena y del sistema convencional. Fuente: Geberit.

### 2.1.5. Vertido de aguas

Un dato fundamental para poder diseñar correctamente la instalación de evacuación de aguas es la cota de cada red urbana de alcantarillado en el punto en el que se va a realizar el vertido.

Todas las aguas que se recojan en el edificio se verterán por gravedad siempre que sea posible. Únicamente aquellas aguas que se recojan a una distancia tal que la pendiente del trazado de su red de evacuación no permita llegar al punto de vertido por encima de la cota de la red urbana, se desaguarán mediante un sistema de bombeo y elevación.

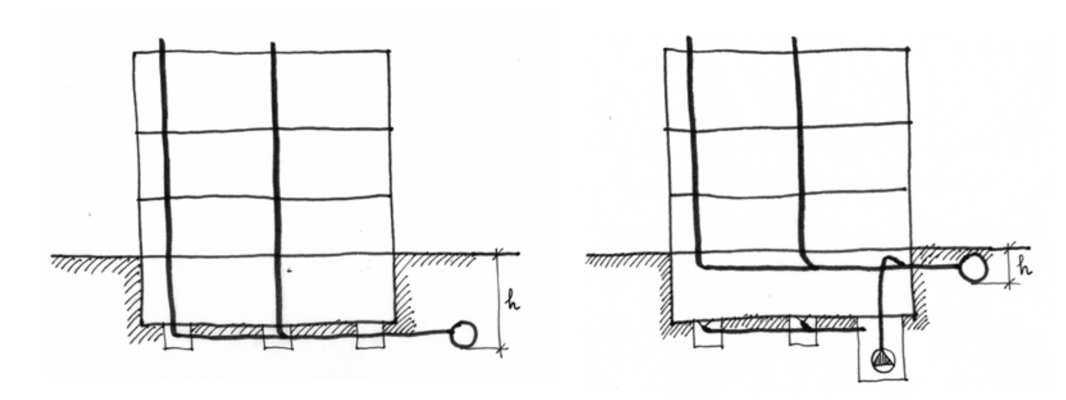



Figura 6. Esquema de un vertido por gravedad y de un vertido mediante un sistema de bombeo y elevación. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de que no exista red urbana de alcantarillado la instalación de evacuación de aguas no termina con el vertido de las misas a dicha red.

Las aguas pluviales recogidas se reincorporan al medio natural para que continúen con el ciclo del agua, mediante elementos de infiltración que pueden ser superficiales o por debajo de la superficie. Dicho sistema también puede disponerse cuando se realice el aprovechamiento de las aguas pluviales para poder evacuar las precipitaciones que excedan la capacidad de almacenamiento de la instalación.

Si se trata de un sistema separativo, las aguas usadas se recogen mediante una red independiente que las conduce a una estación depuradora particular donde se realiza un proceso de depuración hasta alcanzar el agua la calidad suficiente para poder realizar su infiltración al terreno sin degradar al medioambiente.

Si se trata de un sistema sostenible, cada una de las redes de aguas termina con sus correspondientes instalaciones de tratamiento. La red de recogida de aguas grises tendrá la posibilidad de evacuar a la red de recogida de aguas negras en el caso de que las aportaciones de aguas grises sobrepasen la capacidad de tratamiento del sistema.

Si no existe red urbana de alcantarillado, se procurará disponer los elementos para la infiltración de aguas pluviales y tratamiento de aguas usadas a una cota tal que permita que la evacuación de aguas se realice por gravedad.

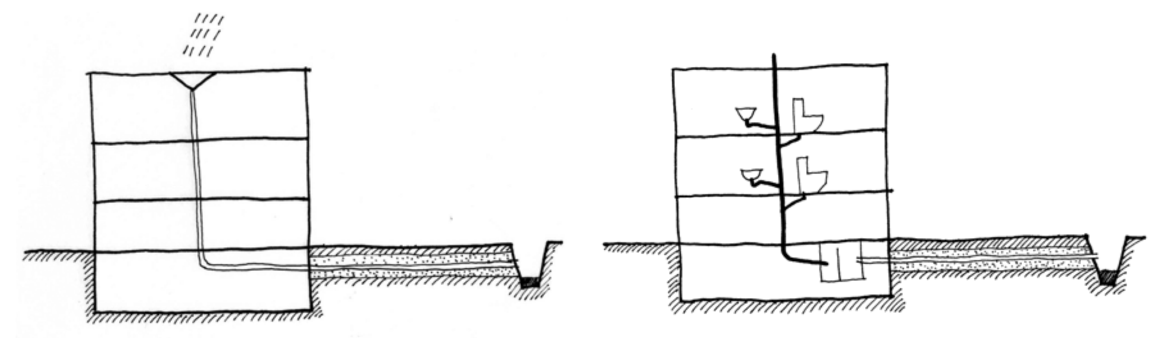


Figura 7. Esquema de un vertido de aguas pluviales por infiltración al terreno y de una red de aguas usadas con una estación depuradora particular previa a su vertido. Fuente: Elaboración propia.

En el futuro es posible que se realice el tratamiento de las aguas recogidas o utilizadas en el edificio antes de su vertido a la red urbana de alcantarillado de manera que sea necesaria una estación depuradora previa a la reincorporación al medio natural de las aguas evacuadas. Esto puede ser debido al endurecimiento de las exigencias normativas o a la conveniencia de reutilizar también las aguas negras tras su adecuado tratamiento.

### 2.1.6. Conclusión

Una vez tomadas las decisiones correspondientes acerca del aprovechamiento o no de las aguas grises y pluviales, seleccionado el sistema de evacuación de aguas y definido cómo se produce el vertido de aguas, el diseño de la instalación de evacuación de aguas consiste en disponer los elementos que componen la instalación de la manera más lógica, rápida, directa y sencilla posible.

## 2.2. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN

### 2.2.1. Desagües

Los **aparatos sanitarios** son aquellos elementos constructivos especializados en la utilización del agua para distintos fines sanitarios dentro del edificio. Los más comunes son lavabo, bidé, ducha, bañera, inodoro, urinario, fregadero, lavadero, vertedero y sumidero.

La industria va renovando continuamente los modelos que fabrica. Para conocer sus características es preferible acudir a los catálogos técnicos de los distintos fabricantes.

Los aparatos sanitarios junto con algunos electrodomésticos, como la lavadora y el lavavajillas, suponen el punto final de la instalación de suministro de agua. En ellos su utiliza el agua suministrada. Una vez utilizada, comienza la instalación de evacuación de aguas.

El **desagüe** es el conjunto de elementos del aparato sanitario por los que se recogen las aguas usadas para su evacuación. Consta de válvula de aparato y, en el caso de lavabos, bidés, bañeras y fregaderos, de rebosadero.

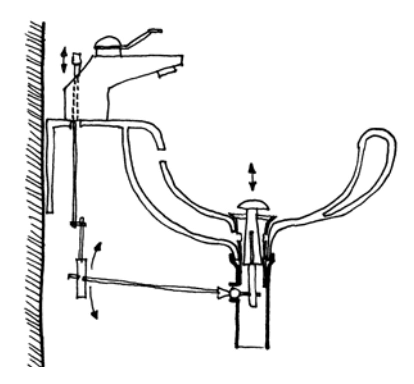


Figura 8. Desagüe de aparato sanitario con su correspondiente válvula de aparato y rebosadero. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de inodoros, lavadoras y lavavajillas el desagüe se produce conectando el sanitario o el electrodoméstico directamente a la red de evacuación.

La red de evacuación, en el caso de la recogida de las aguas procedentes de las precipitaciones, comienza con distintos dispositivos:

- En cubiertas planas: cazoletas. Se trata de elementos puntuales similares a los sumideros que están preparados para colocarse ligados a la impermeabilización de la cubierta.
- En cubiertas inclinadas: canalones (elementos lineales).
- Para la recogida de aguas que discurren por encima de superficies pavimentadas: sumideros (elementos puntuales) y canaletas (elementos lineales).

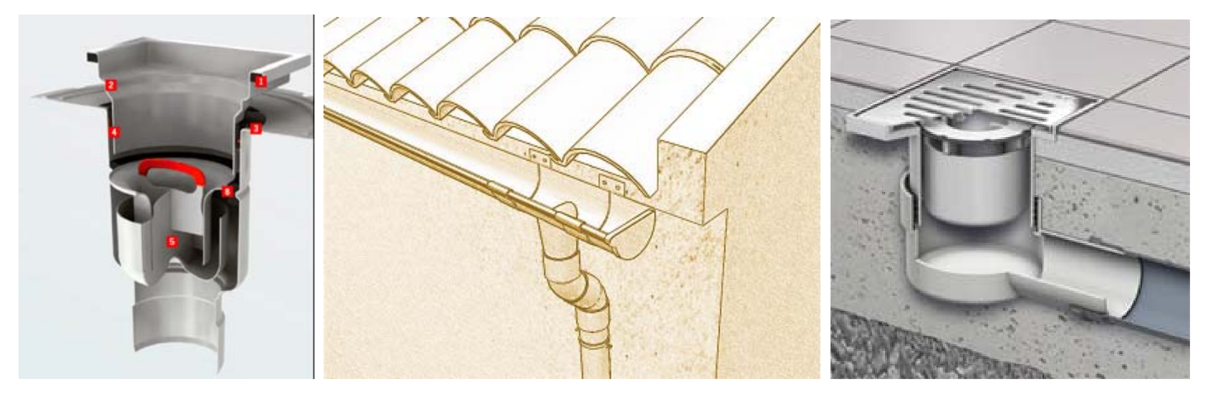


Figura 9. Detalle de cazoleta. Fuente: ACO. Detalle de canalón. Fuente: http://www.generadordeprecios.info/rehabilitacion/DIS/DIS040.html. Detalle de sumidero. Fuente: ACO.

Para impedir la entrada de los malos olores contenidos en la red de evacuación al interior de los espacios habitados es preciso disponer un **cierre hidráulico**. Consiste en un dispositivo que tiene la salida de agua a una cota superior que la entrada de manera que retiene una determinada cantidad de agua que impide el paso de aire fétido sin afectar el flujo del agua a través de él.

Los cierres hidráulicos vinculados a los desagües pueden ser:

- Sifones individuales propios de cada aparato.
- Botes sifónicos que pueden servir a varios aparatos.
- Sumideros sifónicos que incorporan el sifón en el propio dispositivo.

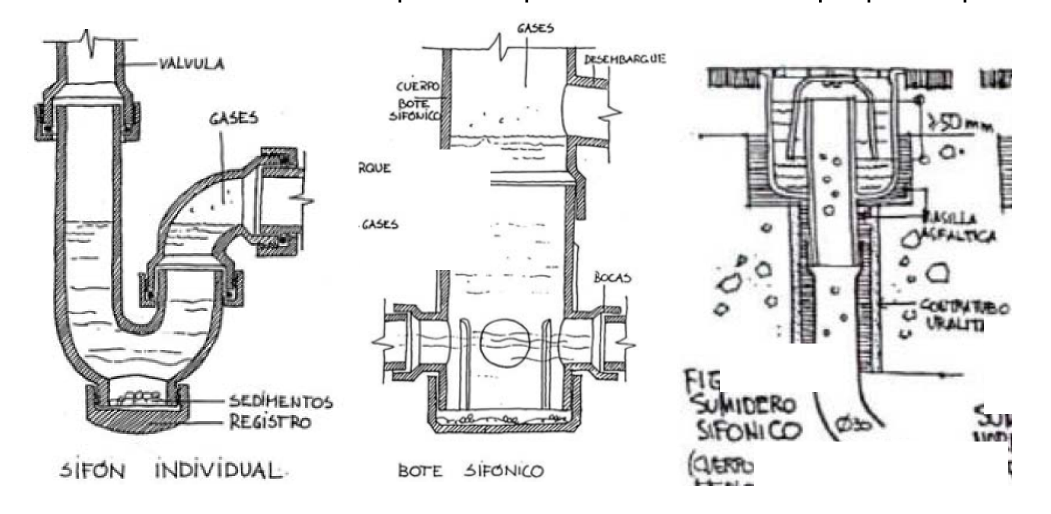



Figura 10. Esquema de los distintos tipos de cierres hidráulicos vinculados de los desagües. Fuente: ROCA, 2009.

Para dificultar la pérdida del cierre hidráulico debido al efecto del autosifonado o al efecto de la autosucción por los que se arrastra el agua contenida en el mismo, el CTE fija una altura mínima de cierre hidráulico de 50 mm.

Para dificultar la pérdida del cierre hidráulico debido al efecto de la evaporación del agua contenida en el mismo en edificios de uso discontinuo, el CTE fija una altura mínima de cierre hidráulico de 70 mm para edificios con dichos usos.

Una altura excesiva del agua contenida en el cierre hidráulico dificulta el discurrir de las aguas por lo que el CTE limita su altura máxima a 100 mm.

Otra situación que dificulta el discurrir de las aguas consiste en disponer en serie dos cierres hidráulicos. Ello es debido al aire que queda confinado entre ambos. Los aparatos que cuentan con sifón individual no deben conectarse además a un bote sifónico.

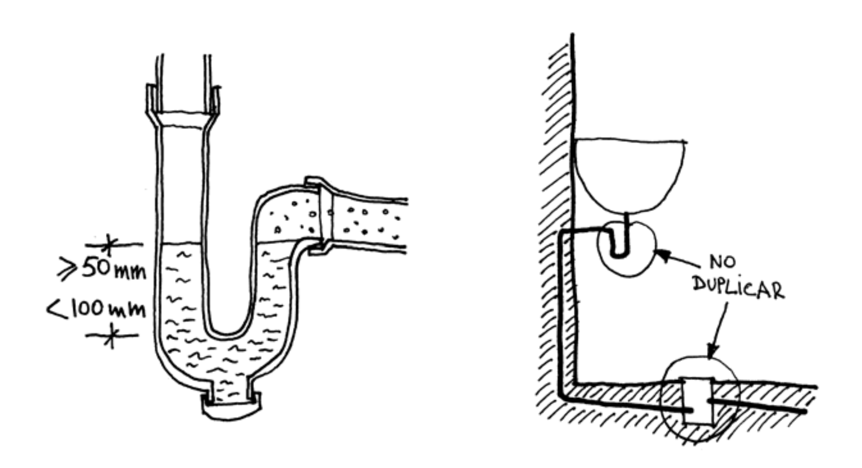



Figura 11. Condiciones geométricas del cierre hidráulico para su correcto funcionamiento. Colocación errónea de dos cierres hidráulicos en serie. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la selección del tipo de cierre hidráulico se hacen las siguientes consideraciones:

- Los inodoros, los vertederos y algún modelo de urinario ya llevan incorporado el cierre hidráulico en el propio aparato sanitario.
- Los fregaderos, lavaderos y aparatos de bombeo (lavadoras y lavavajillas) deben disponer sifón individual según normativa. Ello es debido a la dificultad que puede presentar el bote sifónico para desaguar correctamente el exceso de restos sólidos recogidos por el fregadero o el elevado caudal proveniente de las bombas de desagüe.
- Para el lavabo, bidé, ducha, bañera y los modelos de urinario sin cierre hidráulico incorporado se recomienda la utilización de sifón individual por los siguientes motivos:
    - Se ubican más próximos al desagüe reduciendo la longitud del tubo sucio sin protección hacia el ambiente. Dicha distancia está limitada a 60 cm por el CTE en el caso de contar con sifón individual.
    - Permite, en el caso de un edificio que cuente con distintos propietarios, no tener que disponer la red de pequeña evacuación

por debajo del forjado, lo que obligaría a acceder a dicha red desde una propiedad distinta para realizar labores de mantenimiento y reparación.

- Para evitar la situación anterior se podría optar por botes sifónicos de altura reducida y disponer de la red de pequeña evacuación por encima del forjado. No obstante esta ubicación obligaría a importantes espesores entre la cara superior del forjado y la cota de pavimento terminado, superiores a los utilizados habitualmente.
- En los edificios de un único propietario, la colocación del bote sifónico obliga a realizar una perforación en el forjado que debe coordinarse con la estructura para no ubicarse sobre las viguetas y que debe sellarse correctamente para evitar problemas de ruido.
- En el caso de las bañeras con sifón individual debe disponerse un registro en el faldón para poder acceder al sifón individual para su mantenimiento.
- En el caso de las duchas con sifón individual se puede colocar la red de pequeña evacuación por encima del forjado. Para alojar dicha red y el desagüe de la ducha se necesita un espacio cercano a los 10 cm. Para lograrlo o bien se levanta el plato de ducha o se cuenta con una capa de recrecido suficiente.

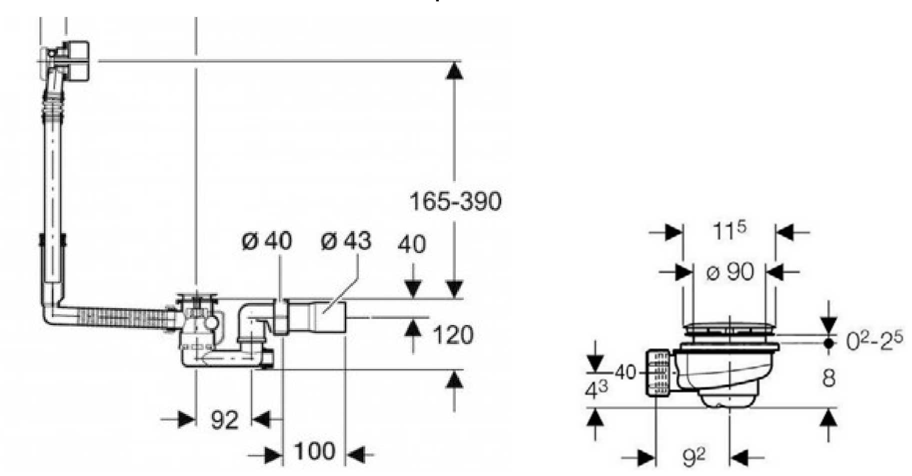



Figura 12. Desagüe de bañera y de ducha con sifón individual. Fuente: Geberit.

### 2.2.2. Red de pequeña evacuación

La red de pequeña evacuación es el conjunto de conducciones que traslada las aguas usadas desde los cierres hidráulicos y las aguas pluviales desde los dispositivos donde se recogen hasta las bajantes.

Cuando no resulta posible llegar hasta la bajante el vigente CTE (versión del 2.009) contempla su conexión al manguetón del inodoro en el caso de aguas usadas.

La utilización de sifones individuales permite que la red de pequeña evacuación discurra alojada en una cámara entre dos paramentos verticales o entre un paramento vertical y un trasdosado. Su ubicación en rozas en el

interior de los paramentos verticales no es aconsejable debido al diámetro del tubo a alojar en un elemento constructivo de reducido espesor generando problemas de estabilidad y de transmisión de ruido.

Los sanitarios que desaguan a cotas más bajas deben ubicarse más próximos a la bajante para que las tuberías puedan alojarse por encima del forjado sin tener que recrecer la capa bajo el pavimento más de lo necesario por razones constructivas. Los inodoros serán de salida horizontal.

Esta solución permite frente a las otras alternativas de ubicación de la red de pequeña evacuación:

- Evitar las molestias en el local inferior producidas por el ruido o por las servidumbres para mantenimiento y reparación si la red discurre por debajo del forjado. Evitar además la disminución de la altura libre del cuarto húmedo al tener que disponer de falso techo para ocultar la red.
- Dotar a la red de pequeña evacuación de una adecuada pendiente sin las limitaciones que presenta en el caso de discurrir por encima del forjado para no recrecer en exceso.

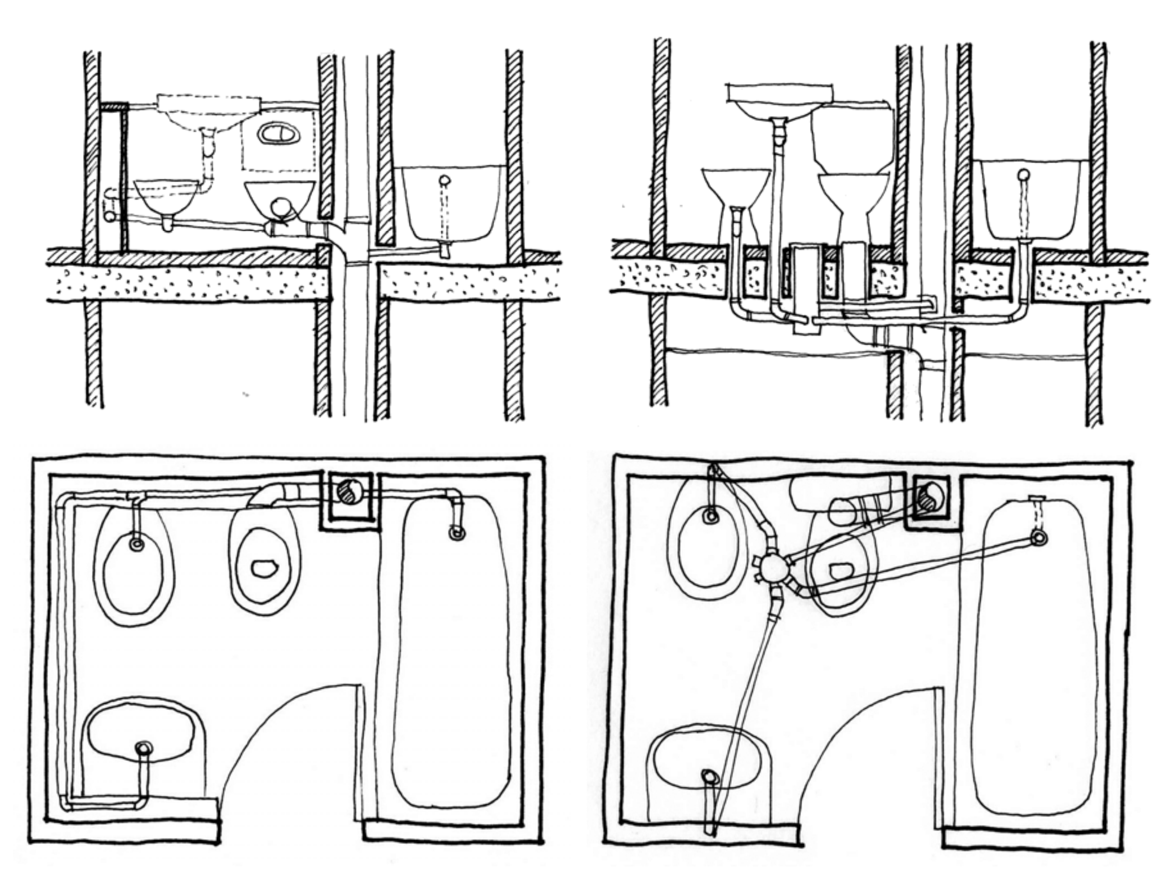


Figura 13. Posibles ubicaciones de la red de pequeña evacuación. Fuente: Elaboración propia.

Para lograr un adecuado funcionamiento de la red de pequeña evacuación se deben seguir los siguientes criterios de diseño marcados por el CTE:

- Para redes diseñadas con sifón individual:
    - o Distancia del desagüe de fregadero, lavadero, lavabo y bidé a la bajante menor o igual a 4 m. Pendiente comprendida entre el 2,5 % y el 5 %.

- Pendiente del tramo de desagüe de bañera y ducha menor o igual que el 10 %.
- Distancia del desagüe de inodoro a la bajante menor o igual a 1 m. La norma permite aumentar dicha distancia en caso de poder dotar al tubo de la pendiente necesaria. Aunque no aclara cómo interpretar dicha salvedad, parece razonable no tener que disponer bajantes a menos de 1 m de los inodoros cuando se trata de una batería de ellos en aseos no pertenecientes a uso residencial. Se puede considerar no como una red de pequeña evacuación sino más bien como red horizontal colgada.
- El tubo de derivación que recoge los ramales de desagüe contará con un registro de limpieza en su cabecera consistente en un tapón roscado ubicado en la superficie del paramento, accesible para realizar las labores de limpieza y mantenimiento necesarias.
- En el trazado de la red no acometerán al tubo de derivación en el mismo punto dos ramales enfrentados.

- Para redes diseñadas con bote sifónico:
    - Distancia del desagüe al bote sifónico menor o igual a 2,5 m.
    - Pendiente entre el 2 % y el 4 %.
    - Distancia del bote sifónico a la bajante menor o igual a 2 m.
- La unión de la red de pequeña evacuación a la bajante se realizará mediante un codo a 45º que entronque a una derivación a 45º ubicada en la bajante para evitar que el agua entre perpendicularmente. Se limita así el desgaste en la bajante por el choque del agua en la pared opuesta al lugar donde se produce la entrada. También se evita la posible entrada del agua que discurre por la bajante en la red de pequeña evacuación.

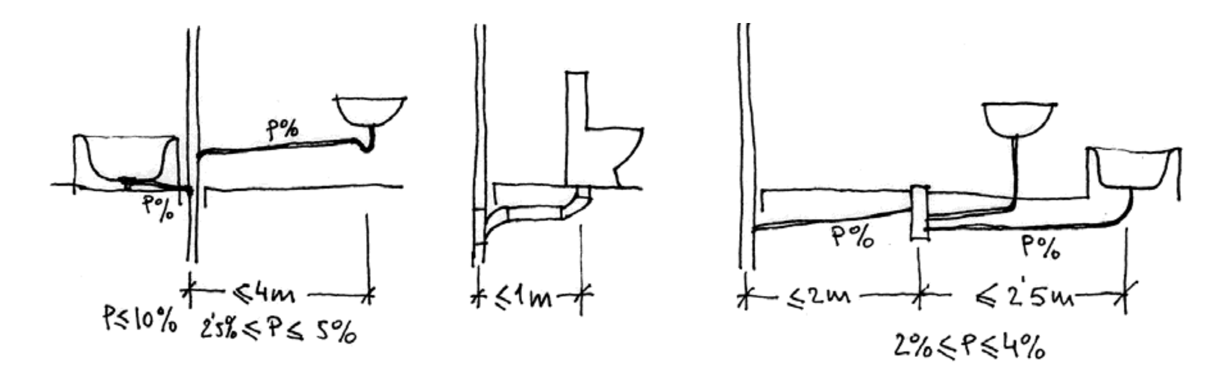



Figura 14. Criterios de diseño de la red de pequeña evacuación. Fuente: Elaboración propia.

Nótese que estos criterios de diseño hidráulico deben añadirse a los criterios estéticos a la hora de diseñar la distribución de un cuarto húmedo. Ya Sáenz de Oíza en sus apuntes de salubridad e higiene de 1958 realiza un estudio de las diversas soluciones atendiendo a ambos criterios y clasificándolas según su grado de adecuación.

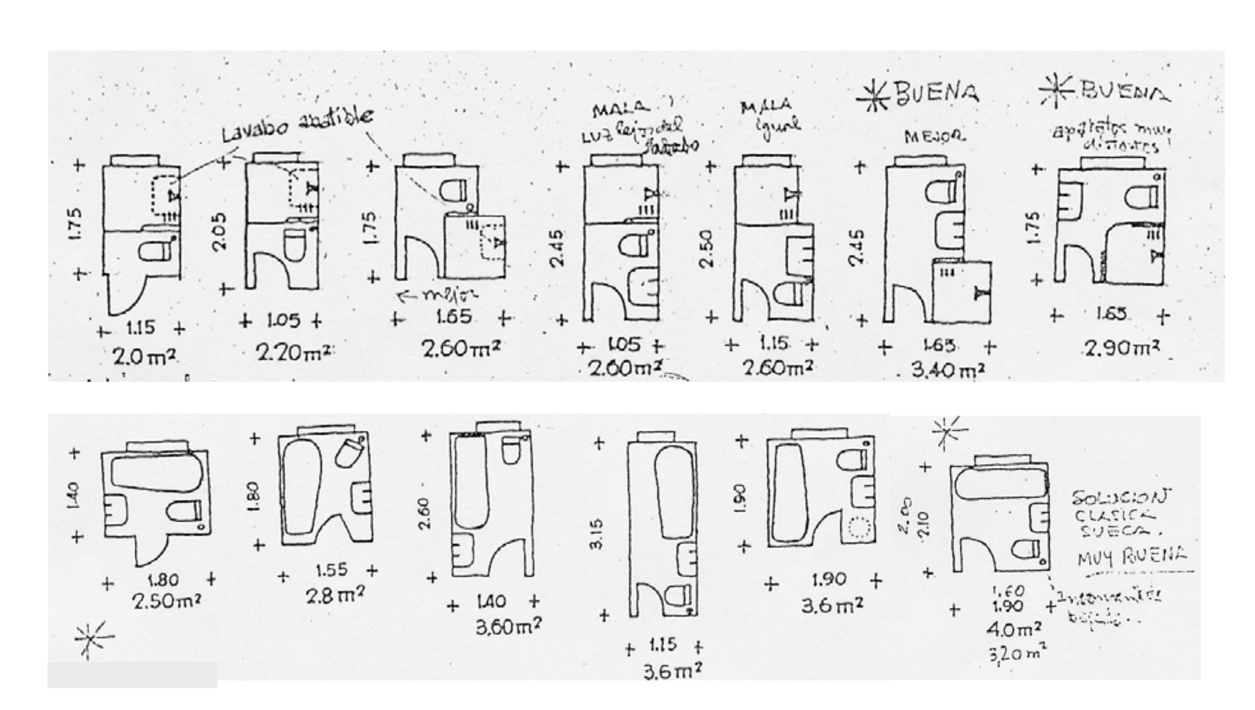



Figura 15. Estudio de distintas distribuciones de cuartos húmedos con criterios hidráulicos y estéticos. Fuente: SAÉNZ DE OÍZA, 1958.

### 2.2.3. Bajantes

Las bajantes son las canalizaciones que conducen verticalmente las aguas pluviales y las aguas usadas desde las redes de pequeña evacuación hasta su entrega a la red horizontal.

Para evitar ruidos, las bajantes deben realizarse sin desviaciones y con diámetro uniforme en toda su altura. No obstante, en edificios de más de 10 plantas, se interrumpirá la verticalidad de la bajante, con el fin de disminuir el posible impacto de caída.

La entrega del agua desde la bajante a la red horizontal no debe realizarse mediante un codo de 90º. El agua descendente generaría presiones considerables al reducir su velocidad de 3-8 m/s en la bajante a 0,6-2 m/s en la red horizontal. Dicho fenómeno se denomina resalto hidráulico. Para mitigar sus efectos negativos, la transición de la red vertical a la red horizontal se realizará interponiendo un codo de 45º, un tramo de tubería de al menos 25 cm de longitud y otro codo de 45º.

Las bajantes deben de ser accesibles para el control de posibles fugas y su reparación. Para ello es recomendable situar las bajantes en fachada, patios y patinejos accesibles o en patinillos registrables. En caso de disponerse en el exterior del edificio las bajantes pueden ocultarse con elementos desmontables.

En edificios de distintos propietarios, resulta recomendable situar los cuartos húmedos lindando con las zonas comunes y situar las bajantes en el tabique de separación entre las zonas comunes y las zonas privativas. De esta manera, se podría colocar un elemento de cierre desmontable que permita el acceso a la bajante desde espacios comunes. Una solución similar es aconsejable en el caso de los hoteles y hospitales permitiendo el acceso a la bajante desde los pasillos de circulación.

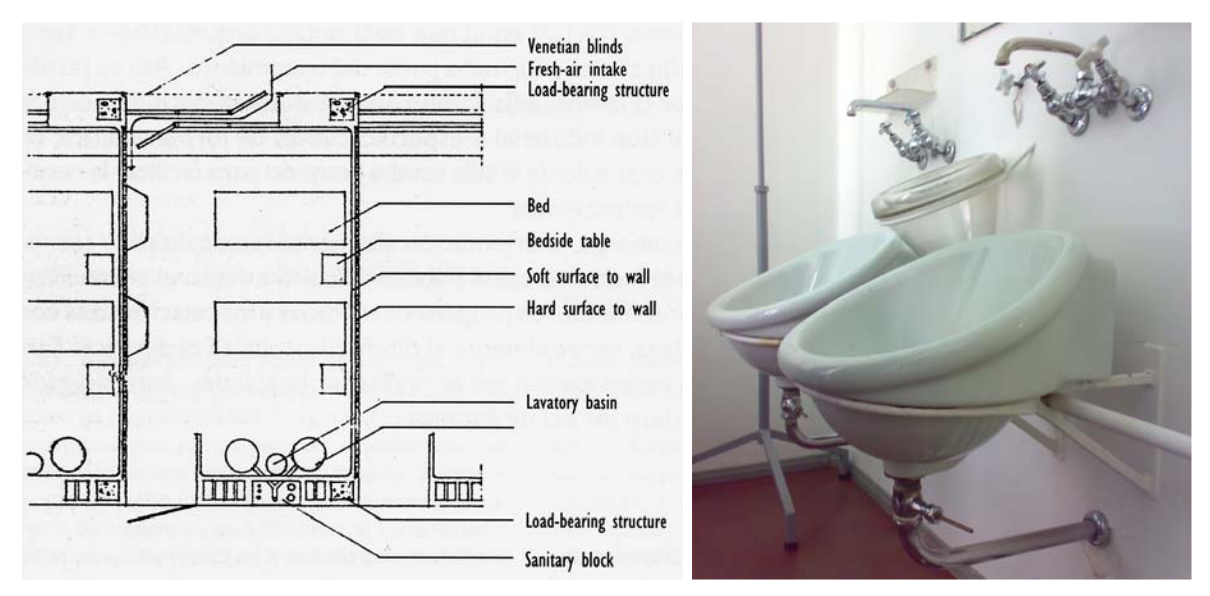



Figura 16. Hospital antituberculosos en Paimio de Alvar Aalto. Plano de habitación con patinillo registrable desde el pasillo. Fuente: SCHILDT, 1996. Fotografía de los sanitarios diseñados por Aalto. Fuente: Elaboración propia.

Las bajantes también deben disponer registros para permitir desatascar el interior de las tuberías. Dichos registros estarán ubicados por encima de las entregas de las redes de pequeña evacuación de cada planta y en el pie de la bajante.

Normalmente el registro se realizará mediante un tapón roscado desmontable desde un punto accesible de la bajante, o con el tapón enrasado en un paramento para poderlo desmontar desde el espacio colindante al lugar por donde discurre.

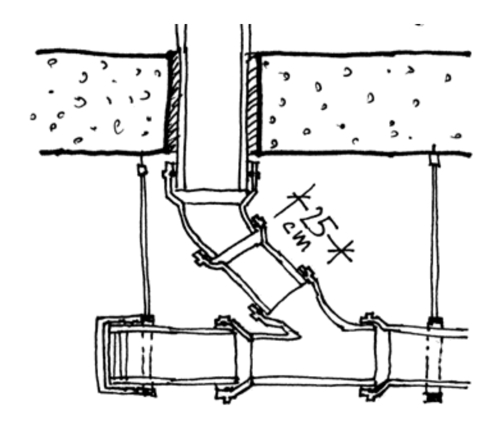



Figura 17. Transición de la red vertical a la red horizontal con el correspondiente registro a pie de bajante. Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.4. Red horizontal colgada

El colector es la canalización de la red horizontal que recoge las aguas provenientes de las bajantes y las conduce hasta la red de alcantarillado público. Cuando esta red discurre colgada bajo un forjado se denomina red horizontal colgada.

Para el correcto funcionamiento hidráulico de la red horizontal colgada se deben seguir las siguientes recomendaciones de diseño:

- Los colectores deben tener una pendiente mínima del 1% para evitar la sedimentación de los restos que arrastra el agua y máxima del 4% para evitar su desgaste.
- Para evitar el efecto del resalto hidráulico, los entronques entre las bajantes y los colectores tendrán una distancia libre de conexiones de 2 m y el colector será de un diámetro superior al de la bajante que le precede.
- Así mismo no deben acometer en un mismo punto de un colector dos ramales enfrentados.

Los colectores, al igual que las bajantes, deben de ser accesibles para el control de posibles fugas y su reparación. La red horizontal colgada discurrirá vista o, en el caso de estar alojada dentro de una cámara, ésta será registrable al menos bajo dicha red.

Los colectores, al igual que las bajantes, deben disponer registros para permitir desatascar el interior de las tuberías. Dichos registros se colocarán en cada encuentro o acoplamiento tanto en horizontal como en vertical, así como en las derivaciones y cada 15 m en tramos rectos sin ningún registro.

Normalmente el registro se realizará mediante un tapón roscado desmontable desde un punto accesible de la red, o con el tapón enrasado en un paramento para poderlo desmontar desde el espacio colindante al lugar por donde discurre.

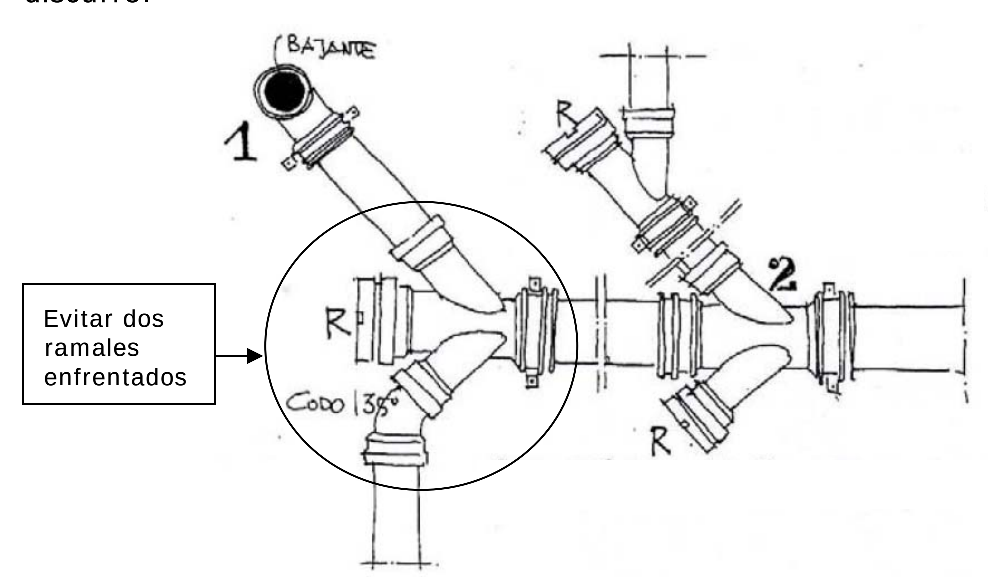



Figura 18. Trazado de una red colgada según las recomendaciones de diseño y con los registros necesarios. Fuente: ROCA, 2.009.

### 2.2.5. Red horizontal enterrada

La red horizontal enterrada se dispone bajo la estructura de la planta inferior del edificio (losa de cimentación, forjado sanitario o solera) o enterrada en la parte de la parcela libre de edificación.

Cualquier problemática que pudiera surgir en esta parte de la instalación no sería visible, afectaría al sistema de apoyo del edifico en el terreno y conllevaría una costosa reparación. Por dicho motivo la pendiente mínima se

aumenta al 2% aunque el comportamiento hidráulico de la red es el mismo que tendría si estuviese colgada.

Si se pretende que los colectores enterrados puedan ser accesibles para el control de posibles fugas y su reparación deberían construirse alojados en galerías con tapas desmontables. Esta solución resulta excesivamente cara.

Los colectores enterrados, al igual que los colectores colgados, deben disponer registros para permitir desatascar el interior de las tuberías. Dichos registros se colocarán en cada encuentro con las bajantes o con otro colector enterrado, en las derivaciones y cada 15 m en tramos rectos sin ningún registro.

Una limitación de la actual versión del CTE del 2.009 es que únicamente contempla dichos registros como arquetas con tapas practicables. Esta solución constructiva profusamente empleada, incluso con tapas no practicables, lo que imposibilita que sirvan como tales registros, presenta las siguientes dificultades:

- En el caso de un edificio con profusión de sanitarios en su planta en contacto con el terreno, la cantidad de arquetas con tapas practicables puede resultar difícil de ubicar sin interferir con los sanitarios y la tabiquería.

- La arqueta colocada al pie de una bajante puede presentar interferencias con la cimentación donde se apoya el pilar al que se adosan habitualmente las bajantes:
    - Las cimentaciones, al ejercer una presión sobre el terreno, con el paso del tiempo van produciendo ligeros aplastamientos del mismo tanto debajo de ellas como alrededor suyo. Si la arqueta se coloca en dicha zona sufrirá un movimiento de descendimiento respecto de su cota de colocación original en obra, lo que afectará a la pendiente de los colectores que le acometen pudiendo llegar a generar incluso pendientes en el sentido contrario al camino que debería llevar el agua usada para su expulsión fuera del edificio.
    - Si una arqueta se coloca parcialmente sobre una zapata, al descender la zapata puede generar asientos diferenciales en la arqueta, descendiendo la parte de la arqueta colocada sobre la zapata y manteniendo su posición original la parte de la arqueta colocada sobre el terreno que no se ve afectado. Esta situación implicaría la rotura de la zapata con el correspondiente vertido de las aguas usadas sobre el terreno afectado por las presiones de la zapata incrementado su nivel de humedad y su aplastamiento, agravando el problema.

- La junta del colector con la arqueta es un punto débil. La solución constructiva que recomienda el vigente CTE del 2.009 consiste en un arenado de la tubería de plástico para que el mortero con el que se recibe en el orificio practicado en la arqueta de ladrillo pueda tener

adherencia. En el supuesto de que se ejecutara correctamente dicha solución, el mayor coeficiente de dilatación del plástico frente al del mortero produce, transcurrido un tiempo, la pérdida de la estanqueidad en dicho punto de la instalación. Además esta situación permite la entrada de raíces que pueden reducir la sección efectiva y provocar la rotura de los colectores.

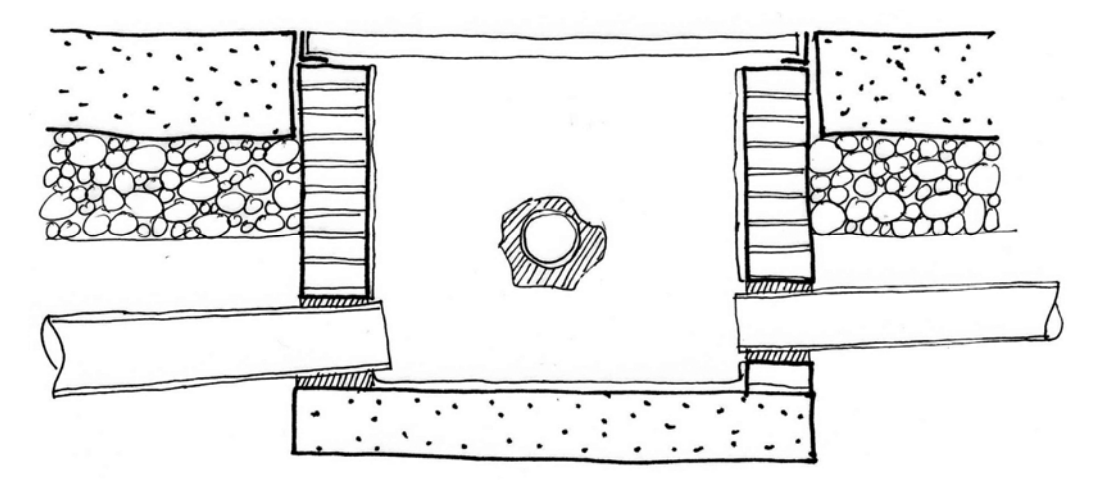


Figura 19. Arqueta húmeda con colectores abiertos en la arqueta. Fuente: Elaboración propia.

- En el interior de la arqueta, al interrumpirse el colector en un recinto más amplio, desciende el nivel de la lámina de agua respecto a dicho nivel en el interior del colector. Este descenso provoca que el agua discurra a menor velocidad por lo que tiene menor fuerza de arrastre en el interior de la arqueta, lo que posibilita la sedimentación de restos, su secado y solidificado y, con el paso del tiempo, la generación de los atascos que se pretenden evitar.

Por tanto se recomienda la utilización de otros sistemas alternativos, habitualmente empleados en otros países como Alemania o EEUU donde el sistema de arquetas abiertas, o arquetas húmedas no se contempla:

- **Red de colectores enterrados con arquetas secas.** Consiste en la ejecución de la red de colectores enterrados como si se tratase de una red de colectores colgados. En los puntos en los que se podría producir un atasco de la red, se colocan registros fabricados con piezas estándar cerrados con tapón roscado, al igual que se realiza en la red colgada. Para acceder a los registros que quedan bajo el pavimento de la planta inferior del edificio, se disponen arquetas con tapa practicable. Una vez que se quita la tapa de la arqueta, se desenrosca el tapón de registro para acceder al colector y proceder a su desatasco introduciendo una manguera con agua a presión. Como la red enterrada tiene continuidad en su recorrido, el agua usada no discurre por las arquetas, por lo que no necesita realizarse el bruñido interior de las mismas para impermeabilizarlas. Tampoco es necesario asegurar la estanqueidad de la junta entre el colector y la arqueta.

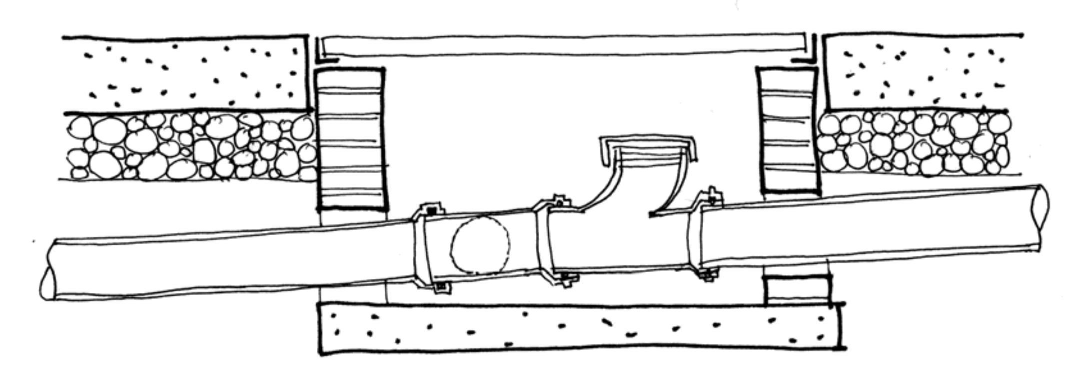


Figura 20. Red de colectores enterrados con arquetas secas. Fuente: Elaboración propia.

- **Red de colectores enterrados sin arquetas.** También conocido como sistema integral. Consiste, al igual que en la alternativa anterior, en la ejecución de la red de colectores enterrados como si se tratase de una red de colectores colgados. En los puntos en los que se podría producir un atasco de la red, se colocan registros fabricados con piezas estándar cerrados con tapón roscado que se dejan enrasados con el pavimento. Pueden disponer de una tapa superpuesta de acero inoxidable para garantizar su resistencia y mejorar su aspecto estético. En este caso no son necesarias las arquetas, ya que basta con desenroscar el tapón de registro para acceder al colector y proceder a su desatasco introduciendo una manguera con agua a presión.

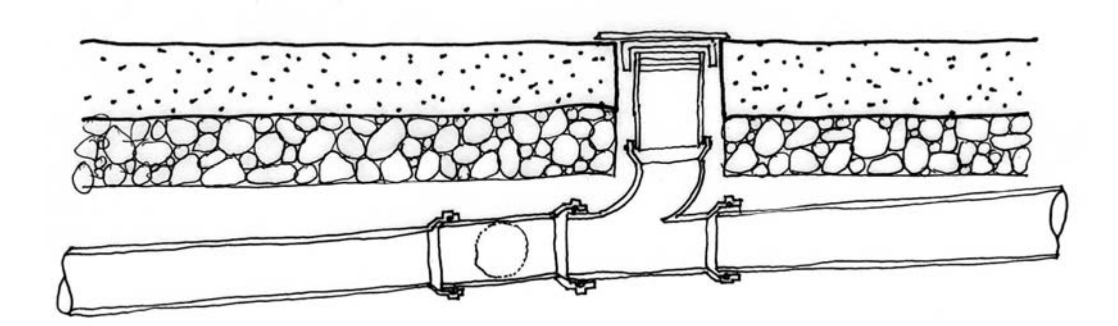


Figura 21. Red de colectores enterrados sin arquetas. Fuente: Elaboración propia.

- **Red de colectores enterrados con arquetas integradas**. También conocido como sistema colector. Consiste en una red de colectores enterrados de plástico en la que se sustituyen las arquetas de ladrillo realizadas in situ o prefabricadas de hormigón por arquetas del mismo material plástico y que cuentan con los entronques para recibir a los colectores, de manera que se pueda realizar la unión entre el colector y la arqueta con el mismo sistema que entre dos colectores garantizando así su estanqueidad. La arqueta se fabrica como una pieza estándar, formando parte de la red de colectores cerrados, sin suponer discontinuidad alguna en el recorrido del agua. El acceso a los posibles atascos se realiza a través de la tapa practicable de la arqueta.

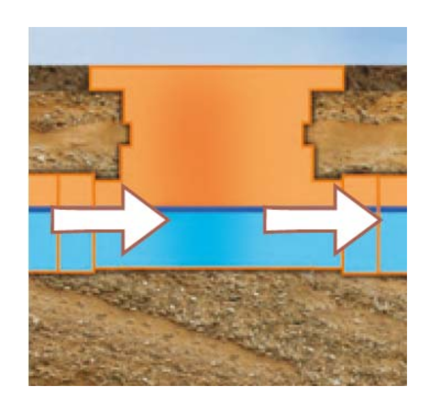




Figura 22. Red de colectores enterrados con arquetas integradas. Fuente: Jimten.

Mediante la unión entre materiales plásticos se consigue estanqueidad tanto entre dos colectores como entre el colector y la pieza en la que se realiza el acceso para eliminar el posible atasco en la instalación. Además en todas las alternativas se puede realizar durante la obra una prueba de estanqueidad que garantice la ausencia de fugas de las conducciones enterradas antes de proceder a su tapado definitivo.

La arqueta de geometría rectangular se puede sustituir por un pozo de geometría circular en el caso de que tenga que ejecutarse con cierta profundidad debido a que estos elementos soportan mejor los empujes del terreno.

### 2.2.6. Red horizontal de drenaje

Para evitar la entrada en el edificio de las aguas contenidas en el terreno a través de los muros exteriores enterrados y de soleras o losas de cimentación, deben impermeabilizarse dichos elementos constructivos. En algunas soluciones como los pilotes o las pantallas hormigonadas directamente contra el terreno no es posible impedir la entrada de agua al interior del edificio. En cualquier caso, la solución constructiva de dicha impermeabilización excede al alcance de la instalación de evacuación de aguas, no así la retirada de las aguas procedentes del terreno, tanto si su recogida se realiza por el exterior de los muros de contención como mediante una cámara bufa dispuesta en el interior.

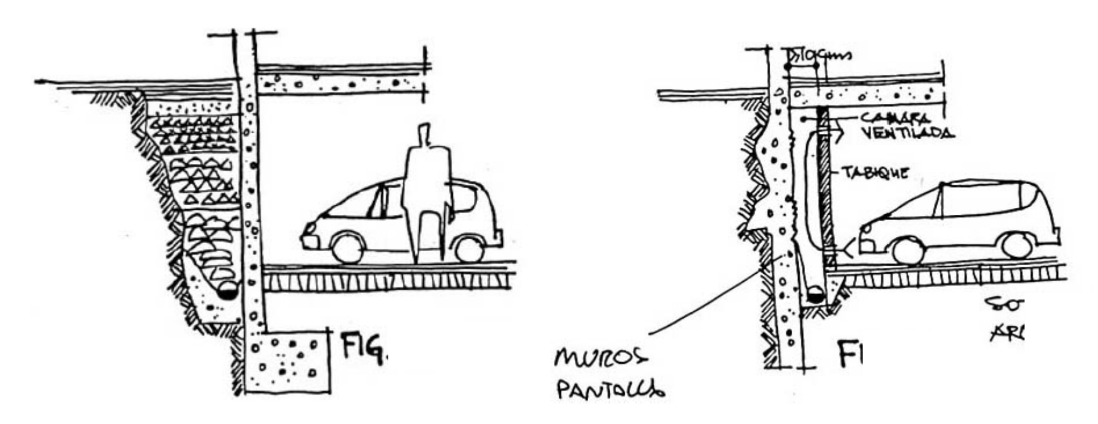



Figura 23. Drenaje de muros enterrados colocados por el exterior y por el interior del mismo. Fuente: ROCA, 2.009.

La evacuación de agua tiene lugar a través de capas de drenaje porosas y tubos drenantes. Es necesario disponer una tela filtrante de protección que rodee a los tubos drenantes para la retener las partículas del terreno arrastradas por el agua.

En el punto más alto de la red horizontal de drenaje, la base del tubo debe disponerse a 20 cm de diferencia de altura respecto de la cota superior de la solera. Si el tubo se coloca por encima de dicha cota, la parte inferior del muro enterrado y la solera quedarían desprotegidas frente a la entrada de agua.

La pendiente de la red horizontal de drenaje, según el DB-HS 1, está comprendida entre un mínimo del 0,3% y el 0,8% en función del grado de impermeabilidad del suelo y un máximo del 1,4%.

La red horizontal de drenaje no puede disponerse por debajo de la cota inferior de la zapata para evitar su lavado.

Estos tres condicionantes (cota superior de la red en relación con la solera, pendiente y cota inferior de la red en relación con la cimentación) nos obligan a seguir una de las siguientes estrategias:

- En el caso deseable de poder disponer en el exterior del edificio la red horizontal de drenaje y su infiltración al terreno o su conexión a la red enterrada, puede resultar necesario realizar un escalonamiento de las cimentaciones. Con esta solución se evita introducir en el edificio las aguas procedentes del terreno para, posteriormente, tener que evacuarlas.
- En el caso de no poder disponer en el exterior del edificio la red horizontal de drenaje o su conexión a la red enterrada, resulta necesario realizar múltiples conexiones entre ambas redes, con su correspondiente decantador.

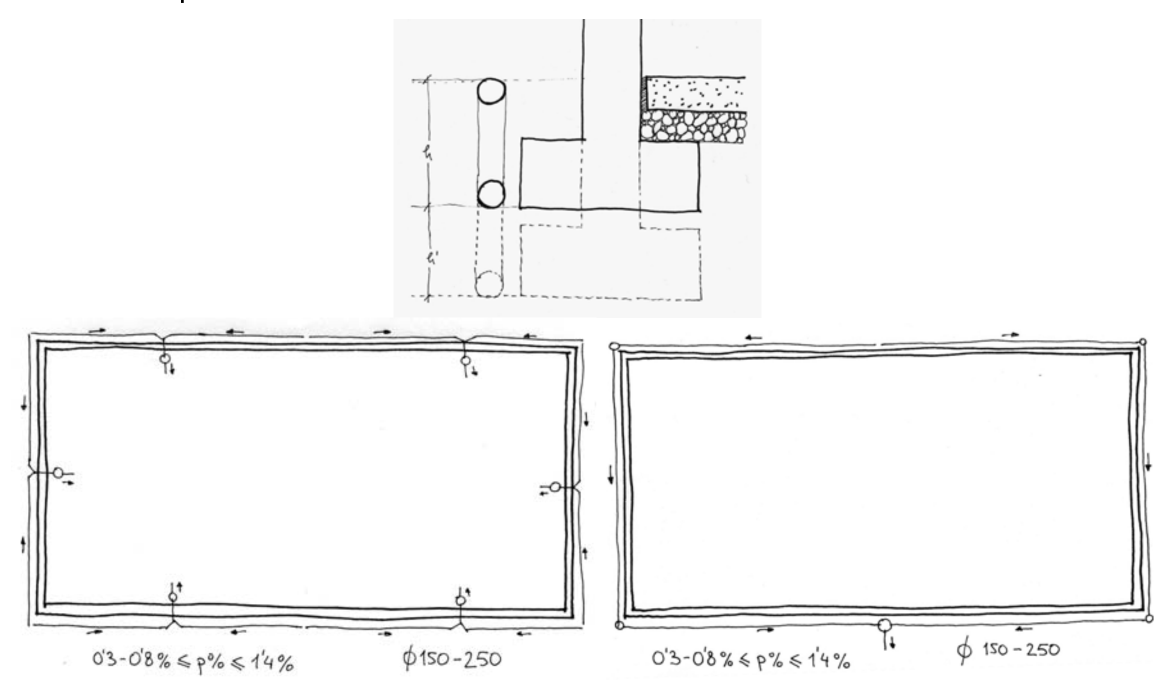



Figura 24. Trazado de una red horizontal de drenaje con cota superior 20 cm por debajo de la solera, rango de pendientes y cota inferior sin sobrepasar la cimentación. Solución con escalonamiento de la cimentación y solución con múltiples conexiones a la red interior enterrada. Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.7. Separadores y decantadores

Las aguas vertidas a la red de alcantarillado urbano han de estar libres de líquidos y sólidos ajenos a los producidos en la utilización doméstica de las aguas. Para ello es preciso disponer de un separador de grasas y aceites en cocinas de colectividades, un separador de hidrocarburos en garajes y talleres mecánicos y un decantador en puntos de recogida de aguas pluviales procedentes de zonas transitables y de aguas drenadas.

Su funcionamiento consiste en que al aumentar el volumen del líquido en el interior del separador se produce un remanso de manera que se separan los líquidos y sólidos, quedando en la parte superior las grasas e hidrocarburos al tener menor densidad que el agua y en la parte inferior se decantan los lodos y arenas al tener mayor densidad.

La salida de agua del separador se diseña de tal manera que permita alojar en su interior una determinada cantidad de líquidos que permanecen en la parte superior del volumen de líquidos contenidos.

La salida de agua del decantador se coloca no en el punto más bajo del mismo sino a una altura que permita acumular los lodos y arenas en la parte inferior del mismo.

Es necesario retirar periódicamente las grasas, hidrocarburos y lodos de los separadores y decantadores.

Únicamente deben disponerse separadores y decantadores en las conducciones de los desagües que lo requieran. No deben llevarse a ellos las aguas usadas que no necesiten dicho tratamiento para que funcionen adecuadamente.

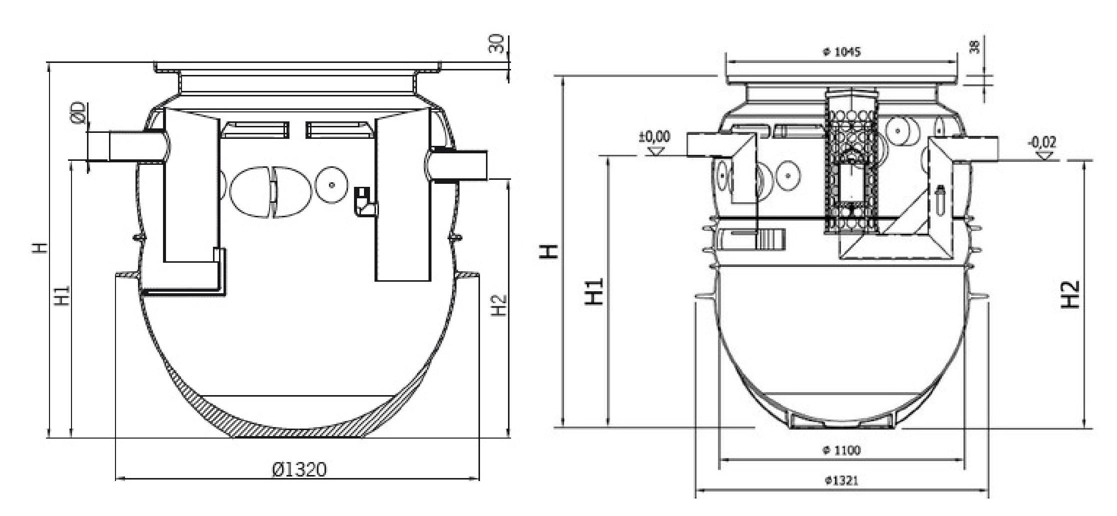



Figura 25. Separador de grasas y separador de hidrocarburos. Fuente: Aco.

### 2.2.8. Depósito de acumulación de aguas pluviales

Es preciso disponer un depósito de acumulación donde se guarden las aguas pluviales recogidas para posteriormente ser utilizadas.

Previo a la entrada al depósito resulta necesario realizar un filtrado del agua para retener las partículas en suspensión que puede arrastrar el agua. Tanto el filtro como el depósito deben ser accesibles para permitir su limpieza y mantenimiento.

También resulta necesario diseñar la entrada de agua al depósito de manera que se posibilite un recorrido alternativo para que las aguas pluviales puedan continuar su recorrido de expulsión del edificio en el caso de que el filtro esté obturado. Adicionalmente se dispondrá un rebosadero convenientemente conectado con la red de desagüe para evacuar el exceso de agua cuando el depósito se encuentra lleno. Por último, el depósito contará con un grifo de vaciado en su parte inferior conectado a la red de desagüe para poder realizar las labores de limpieza y mantenimiento que precisa.

La tubería que introduzca el agua desde el filtro en el depósito deberá entregarla en la proximidad del fondo del mismo con la salida dispuesta hacia arriba para evitar que los sedimentos depositados en su parte inferior se remuevan.

Para garantizar la disponibilidad de suministro de agua no apta para el consumo humano cuando no haya aporte de aguas pluviales por falta de precipitaciones durante un periodo prolongado, el depósito contará con una alimentación adicional de agua potable regulada mediante una válvula actuada mediante un hidronivel.

El aprovechamiento del agua contenida en el depósito excede el alcance de la instalación de evacuación de aguas.

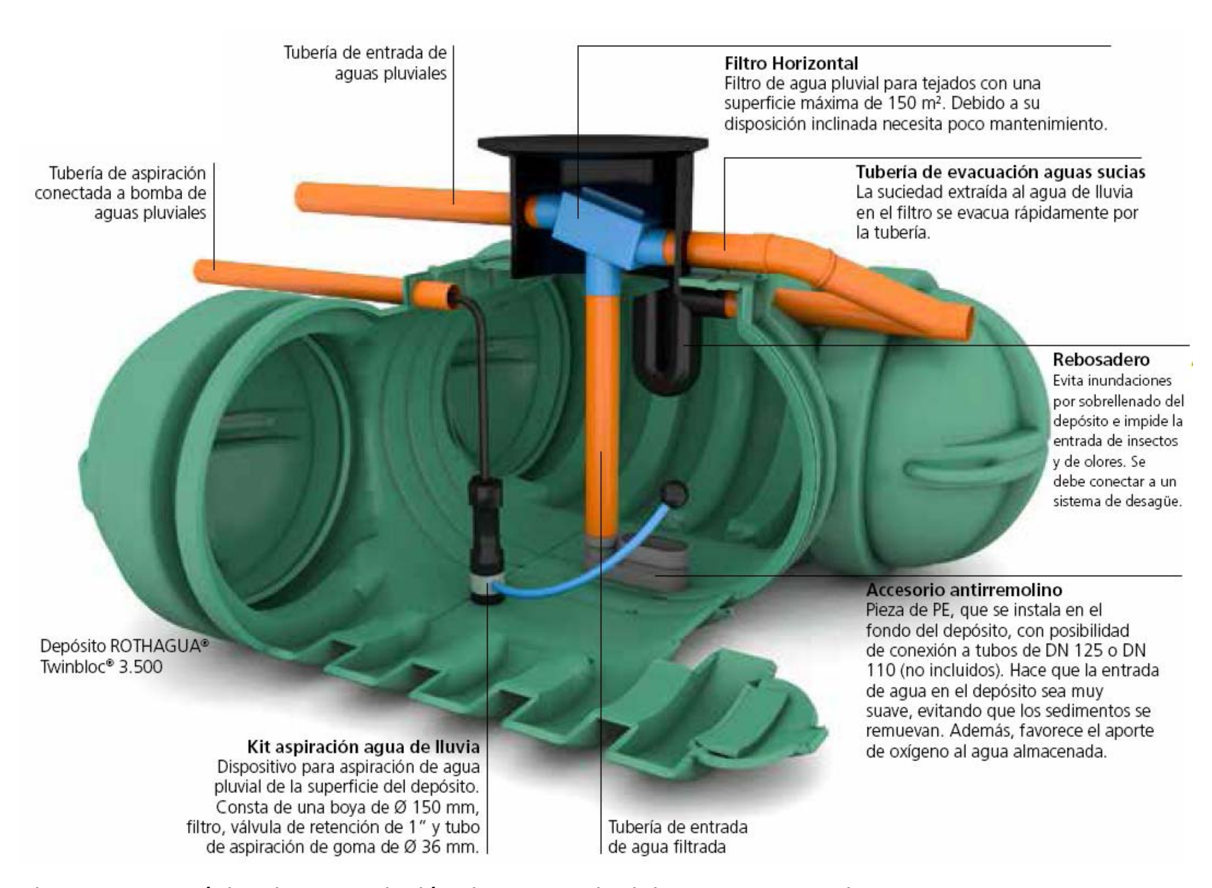



Figura 26. Depósito de acumulación de aguas pluviales. Fuente: Roth.

En cuanto a su ubicación caben realizar dos consideraciones. En primer lugar hay que tener en cuenta que las aguas que no se recojan en el depósito debido a que éste se encuentre lleno o a que el filtro esté obturado, deben desaguarse por gravedad. Esto nos lleva no poder disponer la entrada al

depósito por debajo de la cota a la que discurre la red de alcantarillado urbano.

En segundo lugar podría colocarse en la última planta para plantearse la utilización del agua recogida por gravedad en lugar de tener que bombearla, con las limitaciones que se contemplan en la instalación de suministro de agua. Aunque en este caso el peso ubicado en la parte superior del edificio penaliza a la estructura.

Otra alternativa a explorar consiste en acumular el agua en la cubierta. Hay fabricantes que comercializan lo que denominan la cubierta aljibe ofreciendo las ventajas térmicas que supone disponer una capa adicional de agua sobre el forjado. Únicamente hay que añadir las correspondientes conexiones para poder utilizar el agua de lluvia allí acumulada: toma de aspiración con filtro para utilización del agua, salida para vaciado con llave de corte y rebosadero. Cada una colocada a su cota correspondiente.

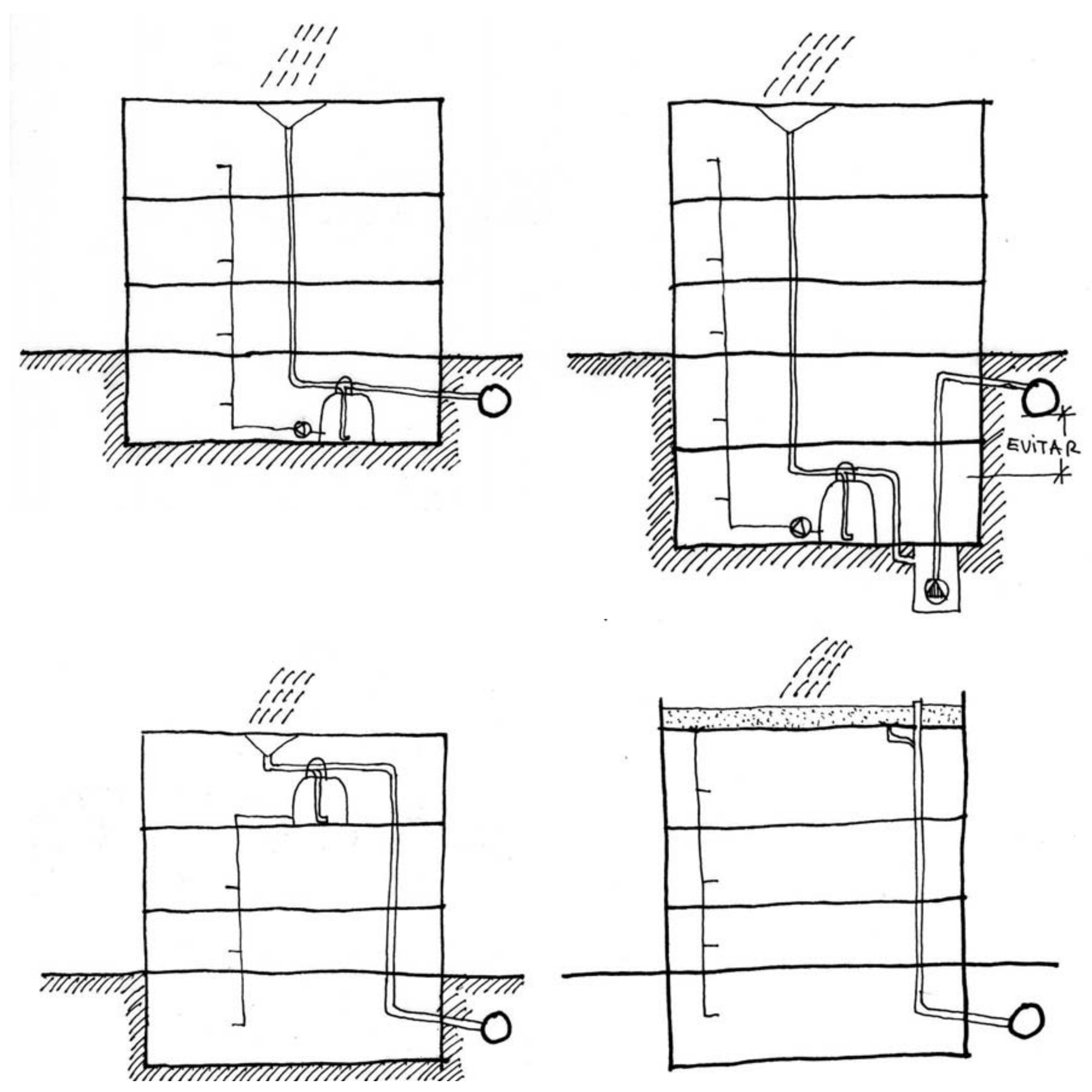



Figura 27. Distintas alternativas de colocación del depósito de acumulación de aguas pluviales. Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.9. Depuradora de aguas grises

Las aguas grises necesitan un proceso de depuración para su reutilización.

Previo a la entrada de las aguas a la depuradora se realiza un filtrado para retener las partículas en suspensión.

La depuración se realiza en tres fases con sus correspondientes integrados en una única carcasa. En el depósito de recepción de las aguas grises se realiza el desengrase y el desarenado. Por diferencia de densidad se separa por la parte superior los aceites y grasas y por la parte inferior las arenas y lodos.

En el segundo depósito se realiza una oxidación biológica, donde se produce una descomposición de la materia orgánica gracias a la aportación de aire y a la generación de microorganismos aerobios.

En el tercer depósito se esteriliza el agua mediante un filtro de rayos UV que elimina bacterias, virus y protozoos. Se almacenan las aguas ya depuradas para su posterior uso.

Para que la depuradora funcione adecuadamente debe incorporar los mismos sistemas que el depósito de recogida de aguas pluviales: sistema de evacuación de aguas a la red de fecales en caso de obturación del filtro mediante un recorrido alternativo y en caso de llenado del depósito de recepción mediante un rebosadero, sistema de vaciado y sistema de alimentación de agua potable para garantizar la disponibilidad de agua no apta para el consumo humano en el caso de falta de aportación de aguas grises.

La depuradora se ubicará de forma que las aguas grises que no se recojan en ella debido a que ésta se encuentre llena o a que el filtro esté obturado se desagüen por gravedad y en la parte del edificio con la menor cota que permita la condición anterior con el fin de poder aprovechar la mayor cantidad de aguas grises producidas en el edificio.

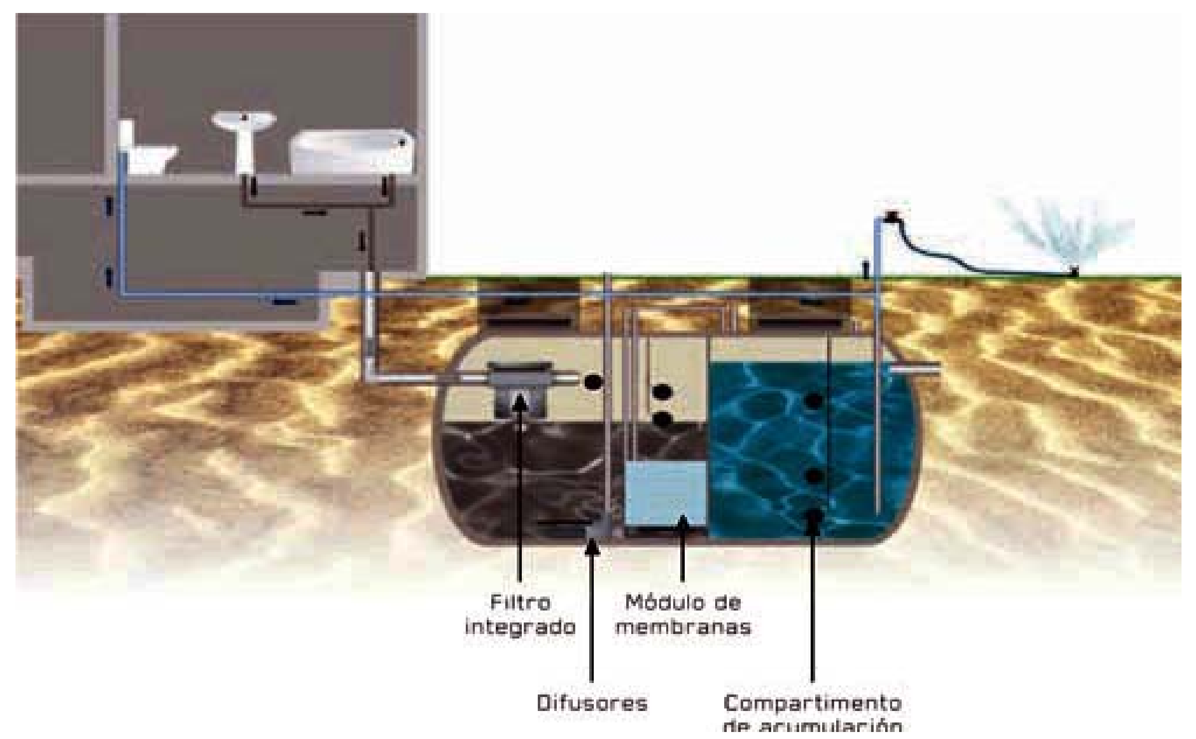



Figura 28. Estación depuradora de aguas grises. Fuente: Remosa.

### 2.2.10. Sistema de bombeo y elevación

Como se ha mencionado anteriormente, únicamente aquellas aguas que se recojan a una distancia tal que la pendiente del trazado de su red de evacuación no permita llegar al punto de vertido por encima de la cota de la red de alcantarillado urbano, se desaguarán mediante un sistema de bombeo y elevación.

Consiste en un par de bombas, para garantizar que no se interrumpa el servicio en caso de avería, reparaciones o sustituciones, alojadas en un pozo donde se recogen las aguas que no se pueden evacuar por gravedad y desde el cual se bombean hasta su entrega a la red horizontal colgada para que salgan del edificio por gravedad.

Las bombas actúan de forma automática, mediante un hidronivel. Cuando el agua contenida en el depósito de recepción alcanza el nivel de arranque se pone en funcionamiento una de las bombas de manera alterna, una distinta en cada ocasión. Cuando se evacúa el agua hasta el nivel de parada se detiene el funcionamiento de la bomba para evitar que se averíe al trabajar sin agua. En el caso de que una de las bombas se encuentre en funcionamiento y se sobrepase un determinado nivel, se arranca la segunda de las bombas con el fin de extraer mayor cantidad de agua. Si a pesar de encontrarse ambas bombas en funcionamiento se sobrepasa otro determinado nivel salta la alarma por inundación.

A la salida de las bombas debe colocarse una válvula de retención para evitar que el agua pueda volver al pozo de bombeo.

El pozo donde se alojan las bombas debe ser registrable para permitir el acceso de una persona para su limpieza y mantenimiento y la sustitución de las bombas, ser estanco para evitar la salida de los malos olores y estar dotado de una tubería de ventilación para descargar dichos olores del depósito de recepción.

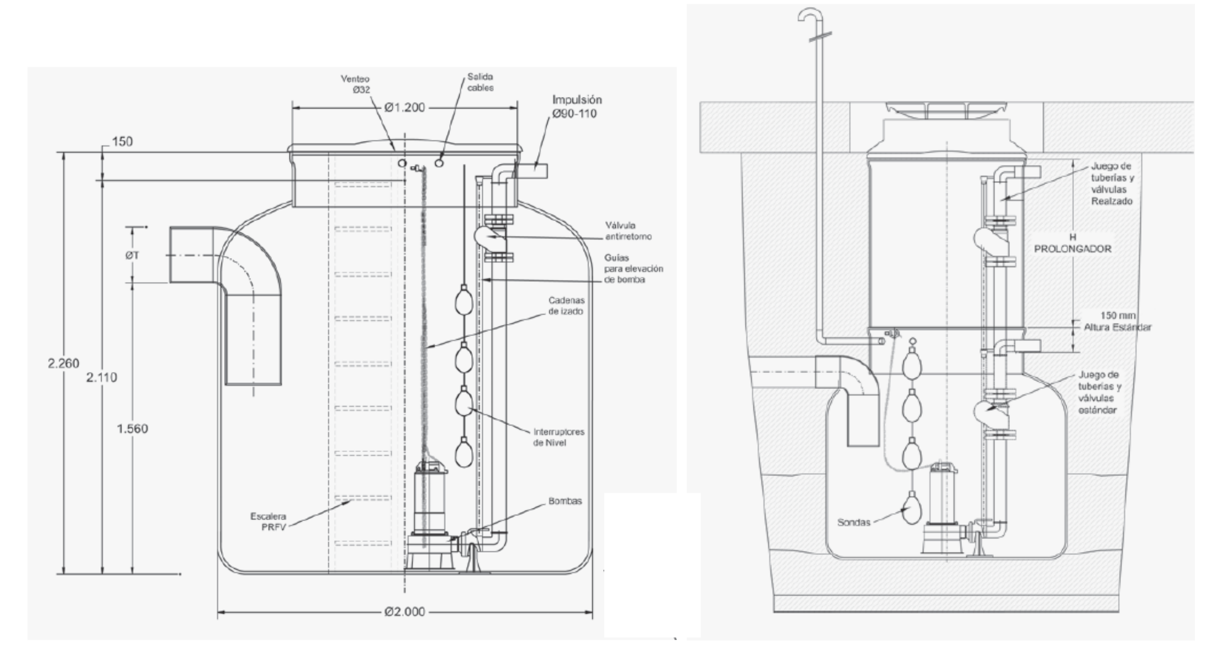



Figura 29. Sistema de bombeo y elevación. Fuente: Ebara.

### 2.2.11. Acometida a la red urbana de alcantarillado

La red horizontal del solar edificado entrega las aguas usadas a una red urbana de alcantarillado cuando no las reincorpora al medio natural tras los oportunos tratamientos. En el caso de que exista una red separativa de alcantarillado urbano, la acometida se realizará de forma independiente para cada tipo de agua usada.

La instalación de evacuación de aguas finaliza con un elemento de registro justo en la parte interior del límite de la propiedad desde el que empieza el tramo de la acometida que une la instalación interior del edificio o solar con la red urbana de alcantarillado. Tanto el tramo de acometida como la red urbana discurren por terrenos de propiedad municipal.

La acometida se realizará con el mismo sistema constructivo que tenga la red urbana de alcantarillado, tanto si ésta consiste en un tubo enterrado como en una galería visitable.

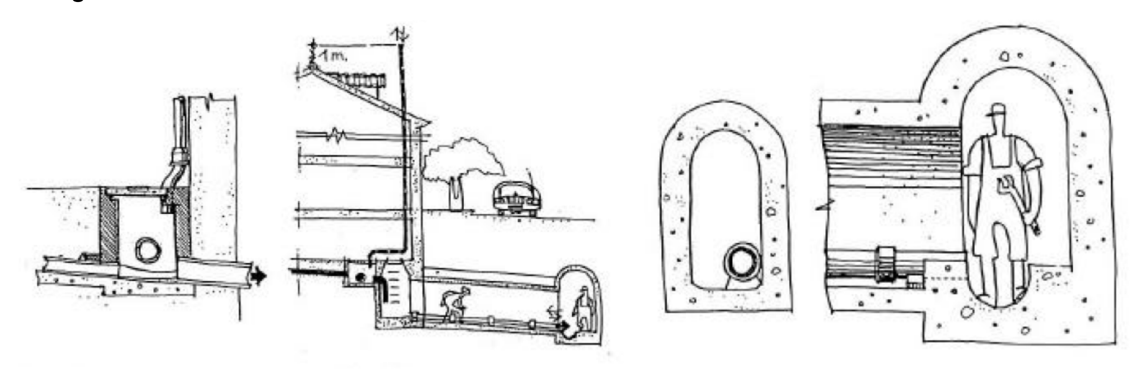



Figura 30. Acometida con tubería enterrada y con galería visitable. Fuente: ROCA, 2009.

Cuando la diferencia de cota entre el extremo final de la instalación interior y el punto de acometida de la red urbana de alcantarillado sea tal que no permita trazar la acometida con una pendiente inferior al 5% (para evitar erosionar el tubo), se dispondrá un tramo vertical de tubería para ajustar la altura de inicio de la acometida. Dicho tramo vertical podrá estar visto en el sótano o alojada en un pozo registrable denominado “pozo de resalto” en caso de tener que enterrarse.

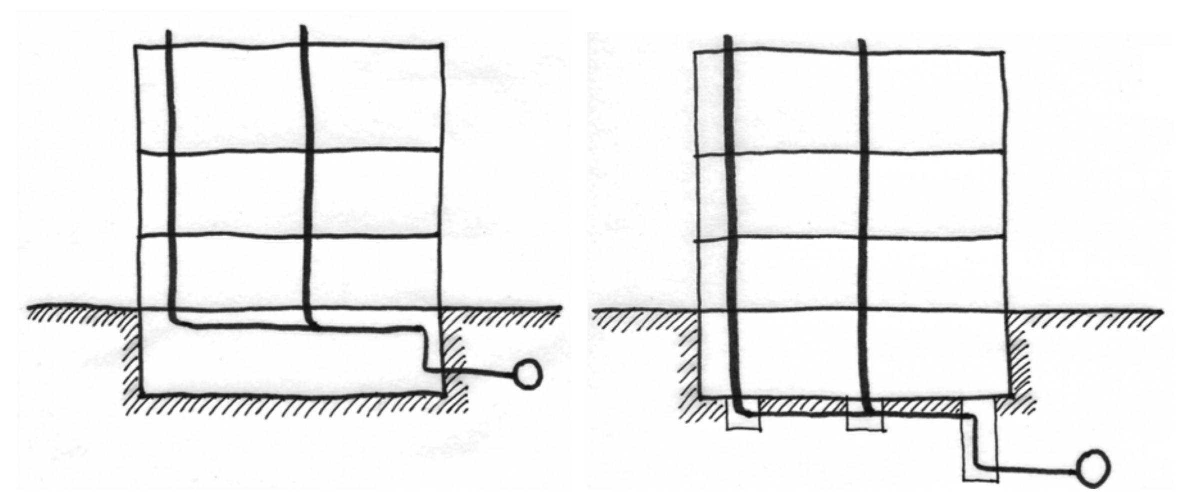


Figura 31. Tramo vertical visto o en pozo de resalto necesario para que la acometida no sobrepase la pendiente máxima del 5%. Fuente: Elaboración propia.

En caso de riesgo de entrada de agua desde la red de alcantarillado urbano hacia la instalación de evacuación de aguas por sobrecarga de aquélla es necesario tomar alguna medida de protección. Si se instala una válvula de retención en posición vertical los depósitos de suciedad pueden impedir su cierre de manera eficaz.

### 2.2.12. Sistema de ventilación

El sistema de ventilación tiene como finalidad la protección de los cierres hidráulicos en la instalación de evacuación de aguas.

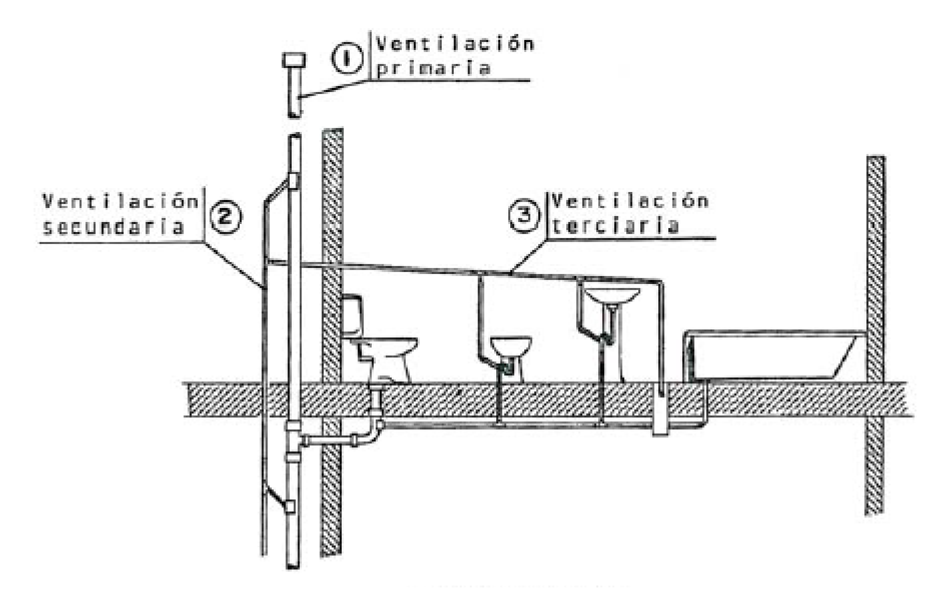



Figura 32. Esquema descriptivo de los diferentes sistemas de ventilación: primaria, secundaria, y terciaria. Fuente: VITI, 1.986.

La **ventilación primaria** consiste en prolongar la bajante hasta su conexión con el ambiente exterior por encima de la cubierta siguiendo los siguientes criterios de diseño:

- Si la cubierta no es transitable, la prolongación será de al menos 1,3 m por encima de ella.
- Si la cubierta es transitable, la prolongación será de al menos 2 m por encima de la misma.
- No estará situada a menos de 6 m de cualquier toma de aire exterior para climatización o ventilación y la sobrepasará en altura.
- Si existe algún hueco practicable a menos de 6 m de la salida de ventilación, ésta se situará al menos 50 cm por encima de la parte superior de dicho hueco.

De esta manera se permite:

- Que el aire desplazado con la entrada de agua a la bajante pueda fluir al exterior limitando la sobrepresión en la red que, en caso de ser excesiva, podría impulsar los cierres hidráulicos al interior del desagüe posibilitando la entrada de olores.

- Que acceda aire a las bajantes de forma que se limita la depresión en la red ocasionada por el descenso del agua en ellas que, en caso de ser excesiva, podría succionar los cierres hidráulicos al interior de la bajante posibilitando la entrada de olores.
- La salida a la atmósfera de los gases producidos en la red urbana de alcantarillado por la descomposición de las sustancias orgánicas que presentan riesgo de incendio en caso de acumularse en el interior de la red.

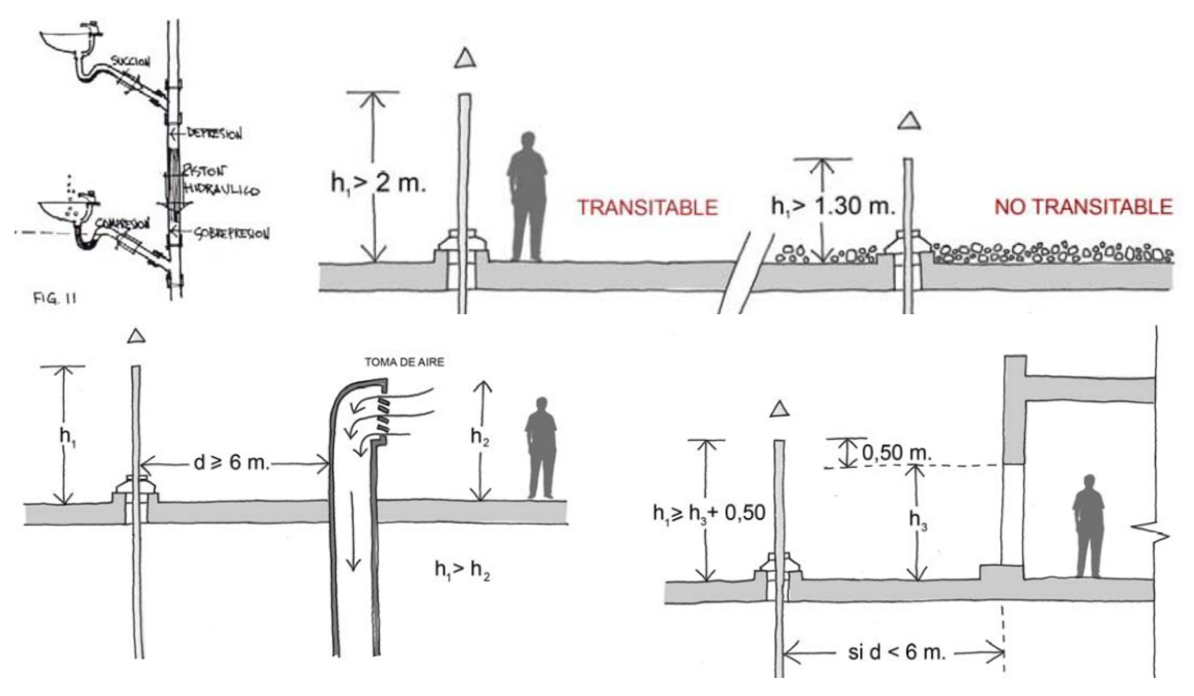



Figura 33. Efecto de la sobrepresión y la depresión en los cierres hidráulicos originadas por el movimiento del agua en la red de evacuación. Criterios de diseño de la salida de la ventilación primaria. Fuente: ROCA, 2.009.

El CTE vigente del año 2.009 considera suficiente la ventilación primaria como único sistema de ventilación en los siguientes casos:

- Edificios con menos de 7 plantas.
- Edificios con menos de 11 plantas si la bajante está sobredimensionada y la red de pequeña evacuación tiene menos de 5 m.

La **ventilación secundaria** consiste en disponer una tubería en paralelo a la bajante a la que se conecta cada dos plantas si el edificio tiene menos de 15 plantas, o en cada planta en caso contrario.

Las conexiones a la bajante deben realizarse siguiendo los siguientes criterios:

- Por encima de la acometida de la red de pequeña evacuación.
- En su parte superior al menos 1 m por encima de la acometida más elevada de la red de pequeña evacuación.
- En su parte inferior la conexión se realizará con el colector de la red horizontal, en su generatriz superior a una distancia como máximo 10 veces el diámetro del mismo.

El salto hidráulico se produce debido al descenso de la velocidad del agua en los colectores (inferior a 1 m/s) frente a la velocidad del agua en la bajante (de 3 a 4,5 m/s). Tiene como consecuencia una elevada sobrepresión en la parte inferior de la bajante. La ventilación secundaria tiene como finalidad mitigar el exceso de sobrepresión producida por efecto del salto hidráulico.

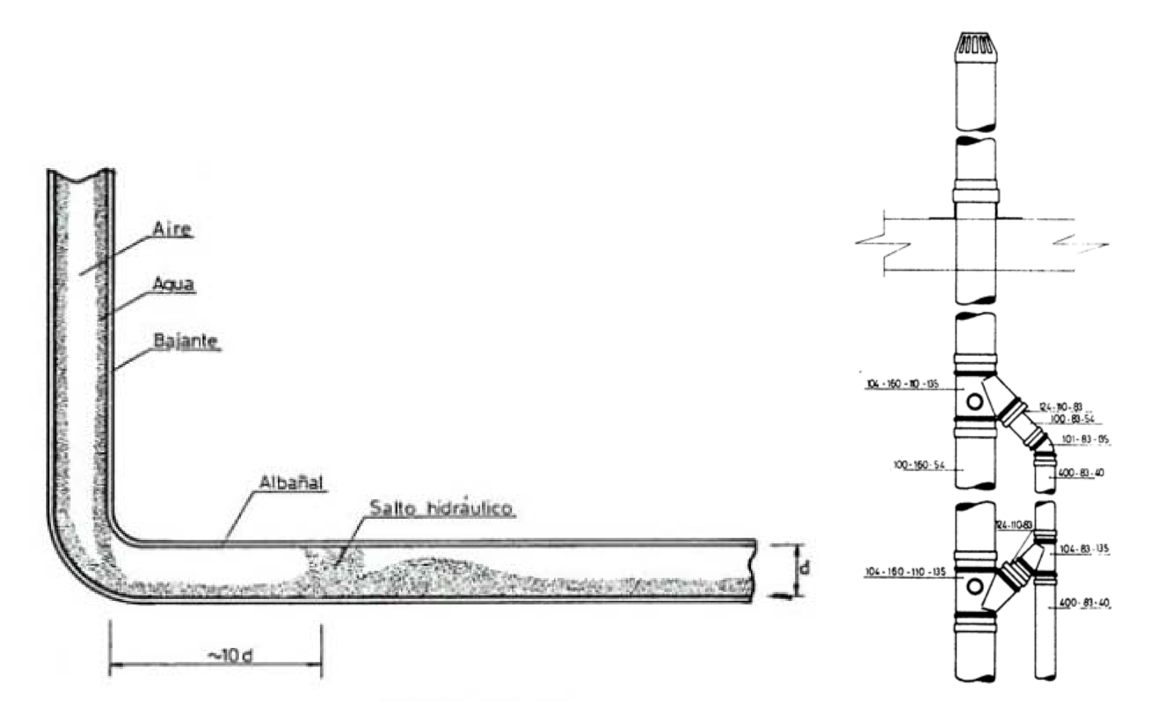



Figura 34. Fenómeno del salto hidráulico. Fuente: VITI, 1.986. Ventilación secundaria. Fuente: Nueva Terrain.

El CTE vigente del año 2.009 exige la ventilación secundaria en los siguientes casos:

- Edificios con más de 7 plantas si la bajante no está sobredimensionada o si la red de pequeña evacuación tiene más de 5 m.
- Edificios con más de 11 plantas en cualquier caso.

La **ventilación terciaria** consiste en disponer una tubería de ventilación que comunique la salida del cierre hidráulico con la columna de ventilación secundaria.

La ventilación terciaria debe realizarse siguiendo los siguientes criterios:

- La distancia desde la abertura de ventilación hasta el cierre hidráulico estará comprendida entre 2 y 20 veces el diámetro de la tubería de desagüe del aparato.
- La abertura de ventilación no estará por debajo de la corona del sifón.
- La abertura de ventilación estará por encima del eje horizontal de la sección transversal de la red de pequeña evacuación, con un ángulo no mayor que 45º respecto del eje vertical.
- La pendiente del tramo horizontal será del 1% como mínimo hacia la tubería de ventilación secundaria para recoger la condensación que pueda eventualmente formarse.

- El tramo horizontal estará al menos 20 cm por encima del rebosadero del aparato sanitario cuyo sifón ventila.

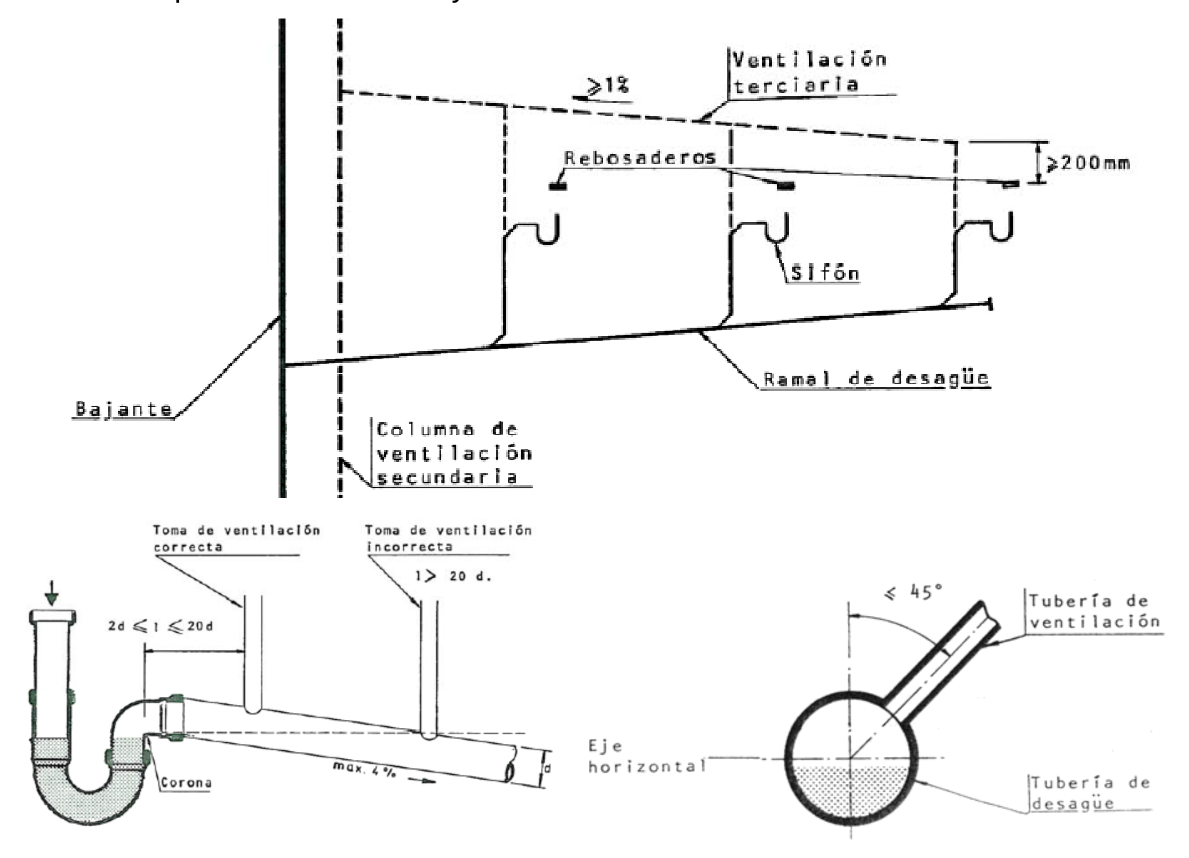



Figura 35. Esquema explicativo de la ventilación terciaria y detalles de los distintos criterios de diseño. Fuente: VITI, 1.986.

Tiene como finalidad proteger a los cierres hidráulicos contra los efectos de:

- El sifonamiento inducido por efectos de la sobrepresión y depresión que se producen en la bajante
- El autosifonamiento inducido por efecto de la aspiración de aire que se produce al disminuir el caudal de la descarga de agua rápidamente en los pequeños sanitarios cuando acumulan agua en su interior y entra el último tramo de agua actuando a modo de émbolo.

El CTE vigente del año 2.009 exige la ventilación terciaria en los siguientes casos:

- Cuando la longitud de la red de pequeña evacuación es mayor que 5 m.
- Cuando el edificio tiene más de 14 plantas.

La **ventilación con válvulas de aireación** consiste en sustituir la salida de la prolongación de la bajante sobre la cubierta del edificio por una válvula que permanece cerrada mientras no se produzca una depresión en la bajante, momento en el que se abre para permitir la entrada de aire y equilibrar las presiones.

En caso de optar por este sistema de ventilación, el CTE vigente del año 2.009 permite la colocación de una única válvula de aireación en edificios de hasta 5 plantas, mientras que obliga a colocar una válvula de aireación cada 4 plantas en los edificios de mayor altura.

También pueden disponerse válvulas de aireación en cada cierre hidráulico en sustitución de la ventilación terciaria.

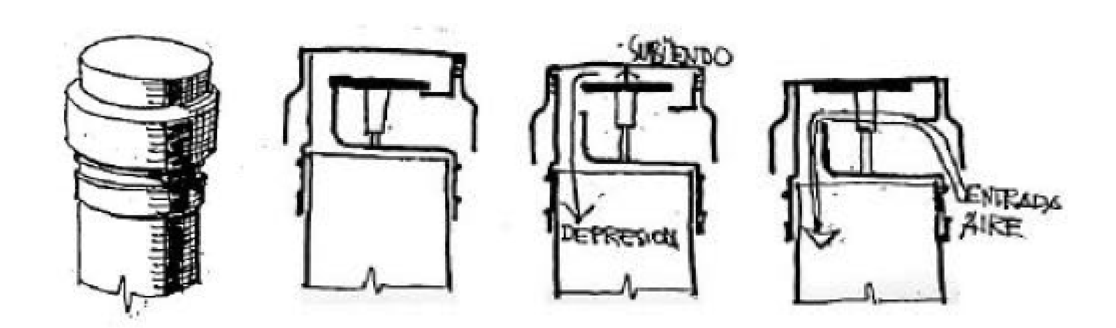



Fig 36. Ventilación con válvula de aireación. Fuente: ROCA, 2.009

## 3. BIBLIOGRAFÍA

Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico de Salubridad. Capítulo 5 Evacuación de aguas. (DB-HS-5). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006) modificado por Orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-abril-2009) y Corrección de errores y erratas de la orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-septiembre-2009).

MARTÍN GÓMEZ, CÉSAR. Los apuntes de salubridad e higiene de Francisco Javier Sáenz de Oíza. T6 Ediciones. Villatuerta, Navarra, 2010.

ROCA SUAREZ, MANUEL; CARRATALA FUENTES, JUAN. Apuntes de saneamiento. Editorial de Construcción Arquitectónica. Las Palmas de Gran Canaria, 2009.

RUBIO REQUENA, PEDRO. Apuntes de instalaciones y servicios técnicos. Mairea. Madrid, 2010.

SCHILDT, GÖRAN. Alvar Aalto. Obra completa: arquitectura, arte y diseño. Gustavo Pili. Barcelona, 1996.

VITI, ALBERTO; VELASCO, CARLOS E. Desagües Uralita en la edificación. Diseño y dimensionado. Urlita. Madrid, 1986.

WELLPOTT, EDWIN. Las instalaciones en los edificios. Gustavo Gili. Barcelona, 2009.

NOTAS

**CUADERNO**




Cuadernos.ijh@gmail.com
info@mairea-libros.com

